This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Ger. Per.
3.1

Charles Sedgwick Minot.

Biologisches Centralblatt.

P 2499 x

Unter Mitwirkung

von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**
Professor in Erlangen Professor in München

herausgegeben

von

Dr. J. Rosenthal,
Professor der Physiologie in Erlangen.

Siebzehnter Band.

1897.

Mit 186 Abbildungen.

Leipzig.
Verlag von Arthur Georgi
(vormals Eduard Besold).
1897.

K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn) in Erlangen.

Inhaltsübersicht des siebzehnten Bandes.

O = Original, *R* = Referat.

Seite

Bokorny, Ueber die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur *O* 1, 33
Thilo, Die Umbildungen in den Gliedmaßen der Fische *R* 20
Margherita Traube-Mengarini, Osservazione ed esperienze sulla permeabilità della pelle *R* 29
Gautier, Die Chemie der lebenden Zelle *R* 30
Preisausschreiben des internationalen zoologischen Kongresses 32
Bryhn, Beobachtungen über das Ausstreuen der Sporen bei den Splachnaceen *O* 48
Wallengren, Zur Kenntnis der Gattung *Trichodina* *O* 55
Schenkling, Mutmaßlicher Farbenwechsel der Vogelfeder ohne Mauser *O* 65
Rosenthal, Emil du Bois-Reymond *O* 81
Keller, Biologische Studien *O* 99
Lebedinsky, Zur Entwicklungsgeschichte der Nemertinen *O* 113
Unbehaun, Versuch einer philosophischen Selektionstheorie *R* . . . 124
Klebs, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen *R* 129
Emery, Gedanken zur Descendenz- und Vererbungstheorie *O* 142
Frenzel, Biologisches über *Dreissensia polymorpha* Pallas *O* 147
v. Erlanger, Beobachtungen über die Befruchtung und ersten zwei Teilungen an den lebenden Eiern kleiner Nematoden *O* 152, 339
Brandt, Ueber die sogenannten Hundemenschen, beziehungsweise über Hypertrichosis universalis *O* 161
Gräfin M. von Linden, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen (nach G. H. Th. Eimer) *R* 179, 213
Frenzel, Zur Planktonmethodik *O* 190, 364
Matzdorff, Die deutsche Seefischerei auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung *O* 199
Henneguy, Leçons sur la cellule, morphologie et reproduction *R* . . 205
Das Tierreich 206
Schröter, Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton) *R* . . 209
Schreiber, Ueber die physiologischen Bedingungen der endogenen Sporenbildung bei *Bacillus anthracis*, *subtilis* und *tumescens* *R* 212
Brandt, Ueber den Bart der Mannweiber (Viragines) *O* 22

Seite

Brandes, Nachträgliche Bemerkung zu meiner Notiz über Entwicklung von *Ascaris lumbricoides* 239
Keller, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie *R* 241
Rimsky-Korsakow, Ueber ein neues holotriches Infusorium *Dinophrya cylindrica* n. sp. *O* 257
Nusbaum u. Rakowski, Ein Beitrag zur näheren Kenntnis der Anatomie des Rückengefäßes und des sog. Herzkörpers bei den Enchytraeiden *O* 260
Emery, Neuere Untersuchungen über das Leben der Wespen *R* . . . 267
Stahl, Zur Funktion der Seitenorgane *O* 273
Baer, Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke bei Vögeln *R* . . 282
Lauterborn, Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen *R* 286
Apáthy, Die Mikrotechnik der tierischen Morphologie. Eine kritische Darstellung der mikroskopischen Untersuchungsmethoden *R* 288
Müller, Die Ortsbewegung der Bacillariaceen *O* 291
Dallinger, Untersuchungen an Biflagellaten *O* 305
Ammon, Der Abänderungsspielraum *R* 311
Chun, Atlantis, Biologische Studien über pelagische Organismen *R* . . 315
Przesmycki, Ueber die intra-vitale Färbung des Kerns und des Protoplasmas *O* 321, 353
Eismond, Zur Kenntnis des „Zwischenkörpers" *O* 336
Brandes, Zur Begattung der Dekapoden *O* 346
Möller, Protobasidiomyceten *R* 351
Birge, The Vertical Distribution of the Limnetic Crustacea of lake Mendota *O* 371
Thaxter, Contribution towards a Monograph of the Laboulbeniaceae *R* 375
Tornier, Die Kriechtiere Deutsch-Ostafrikas *R* 376
Henking, Die deutsche Seefischerei auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung *O* 381
Fol, Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie mit Einschluss der vergleichenden Histologie und Histogenie *R* 383
Schultze, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere *R* 384
Baldwin, Organische Selektion *O* 385
Wierzejski, Ueber die Entwicklung des Mesoderms bei *Physa fontinalis* L. *O* 388
Gardner, Zur Frage über die Histogenese des elastischen Gewebes *O* 394
Bütschli, Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien *R* 410
Haeckel, Systematische Phylogenie der wirbellosen Tiere *R* 411
Born, Ueber Verwachsungsversuche mit Amphibienlarven *R* 413
Petri, Das Mikroskop. Von seinen Anfängen bis zur jetzigen Vervollkommnung für alle Freunde dieses Instrumentes *R* 415
Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege 416
Bokorny, Grenze der wirksamen Verdünnung von Nährstoffen bei Algen und Pilzen *O* 417
Car, Ueber den Mechanismus der Lokomotion der Pulmonaten *O* . . . 426
v. Lendenfeld, Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke *R* . . 439

Seite
Keller, Pädagogisch-psychometrische Studien *O* 440
v. Lendenfeld, Die Nesselzellen der *Cnidaria* O 465, 513
Popoff, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde *O* 485, 530, 605, 640, 664
Hensen, Bemerkungen zur „Planktonmethodik" *O* 510
Escherich, Einiges über die Häutungshaare der Insekten nach ihrem Funktionswechsel *O* 542
Detmer, Botanische Wanderungen in Brasilien *R* 544
Keller, Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus paläolithischer und neolithischer Zeit *R* 545
Spuler, A. Weismann's neue Versuche zum Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge *R* 559
Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane *R* 573, 846, 893
Prowazek, Theoretische Betrachtung über die primitive Ortsbewegung *O* 587
Hertwig, Berichtigung einer mich betreffenden Bemerkung von Prof. Barfurth 591
Schröter u. Kirchner, Die Vegetation des Bodensees *R* 593
Plateau, Wodurch locken die Blumen Insekten an? *R* 599
Biologische Arbeiten über Osmose und Dissoziation *R* 620
Nusbaum u. Schreiber, Beitrag zur Kenntnis des peripherischen Nervensystems bei den Crustaceen *O* 625
Noll, Ueber Möglichkeit und Zweckmäßigkeit der Anzucht früherblühender Reben *O* 650
69. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig . 654
Hoernes, Die Fauna des Baikalsees und ihre Reliktennatur *O* . . . 657
Schultze, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere *R* 687
v. Wasielewski, Sporozoenkunde, ein Leitfaden für Aerzte, Tierärzte und Zoologen *R* 688
Häcker, Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen *O* 689, 721
Friedenthal, Die Funktion der weißen Blutkörperchen *O* 705
Haacke, Grundriss der Entwicklungsmechanik *R* 719
v. Erlanger, Zur Kenntnis der Zell- und Kernteilung *O* 745
Rywosch, Ueber das Pigment und die Entstehung desselben bei einigen Tardigraden *O* 753
Stieda, Ueber die Homologie der Brust- und Becken-Gliedmaßen *O* . 756
Hertwig u. Roux, Entwicklungsmechanik *R* 769
Duncker, Korrelationsstudien an den Strahlzahlen einiger Flossen von *Acerina cernua* L. 785, 815
Schiemenz, Hat das Ur-Rind (*Bos primigenius* Boj.) noch in historischer Zeit gelebt? *R* 794
Wasmann, Karl Ernst v. Baer und seine Weltanschauung *R* . . . 799
Handbuch der Anatomie des Menschen 800
Frenzel, Neue oder wenig bekannte Süßwasserprotisten *O* 802
Freidenfelt, Das centrale Nervensystem von *Anodonta* *O* 808
Zoologische Lehrbücher *R* 831
Schlater, Zur Biologie der Bakterien *O* 833

Seite

Zacharias (London), Die Phylogenie der Kopfschilder bei den Boiden *R* 858
Lindner, Zur Kenntnis der in den pontinischen Sümpfen hausenden Protozoën *O* 865
Prowazek, Amöbenstudien *O* 878
Kopsch, Ueber die Ei-Ablage von *Scyllium canicula* in dem Aquarium der zoologischen Station zu Rovigno *O* 885

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften:

1. Wiesner, Zur Physiologie von *Taeniophyllum Zollingeri* 239
2. Solger, Ganglienzellen des Lobus electricus von *Torpedo* 512
3. v. Wettstein, Ueber ein subfossiles Vorkommen von *Trapa natans* in Böhmen 861

Berichtigung.

Seite 792 Zeile 14 v. o. (erste Gleichung)

statt $r = \frac{\Sigma (v)}{n}$ lies $v = \frac{\Sigma (x)}{n}$.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. Januar 1897.** **Nr. 1.**

Inhalt: **Bokorny**, Ueber die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur. — **Thilo**, Die Umbildungen in den Gliedmaßen der Fische. — **Margherita Traube-Mengarini**, Osservationi ed esperienze sulla permeabilità della pelle. — **Gautier**, Die Chemie der lebenden Zelle. — Preisausschreiben des internationalen zoologischen Kongresses.

Ueber die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur.

Von Dr. Th. Bokorny.

Wiewohl die organische Ernährung grüner Pflanzen längere Zeit geleugnet wurde, unterliegt es gegenwärtig keinem Zweifel mehr, dass eine solche möglich ist. Die organische Ernährung ist nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse keine ausschließlich den Pilzen und Parasiten zukommende Ernährungsweise, sondern auch bei grünen Pflanzen weit verbreitet. In der That müsste es auch schwer begreiflich erscheinen, wenn der Organismus, welcher die wunderbare Leistung der Kohlensäureassimilation zu vollbringen vermag, nicht die leichtere Arbeit der Assimilation organischer Stoffe verrichten könnte. Zwischen Kohlensäure und Zucker (CO_2 und $C_6H_{12}O_6$) ist ein größerer Abstand als zwischen Glyzerin und Zucker ($C_3H_8O_3$ und $C_6H_{12}O_6$). Warum sollte in grünen Pflanzenzellen nicht auch aus Glyzerin Kohlehydrat gebildet werden können?

Nicht wenige organische Substanzen können den grünen Pflanzen nachweislich als Kohlenstoff-, manche auch als Stickstoffnahrung dienen; so z. B. Essigsäure, Weinsäure, Asparaginsäure, Methylalkohol, Formaldehyd (als formaldehydschwefligsaures Natron), Glykol, Glyzerin, verschiedene Zuckerarten, Amidokörper etc. Einfache und komplizierte Substanzen, Alkohole, Säuren, Stoffe aus den verschiedensten Körperklassen der organischen Chemie haben sich als brauchbar erwiesen.

I. Auf Ernährungskraft geprüfte Stoffe; Beziehungen der chemischen Konstitution zur Nährkraft.

Da die grünen Pflanzen hinsichtlich der organischen Ernährbarkeit an die Pilze erinnern, so ist es vielleicht angezeigt, hier einige allgemeine Sätze zu erwähnen, die v. Naegeli[1]) in Gemeinschaft mit O. Loew über den Ernährungschemismus der niederen Pilze aufgestellt hat.

„Was die Quellen des Kohlenstoffs betrifft, so kann derselbe aus einer großen Menge von organischen Verbindungen aufgenommen werden". „Versuchen wir den allgemeinen Charakter der assimilierbaren Kohlenstoffverbindungen festzustellen, so besteht die Bedingung wohl darin, dass sie die Gruppe CH_2 oder bloß CH enthalten. Vielleicht ist aber die Beschränkung beizufügen, dass die letztere Gruppe CH nur dann ernährt, wenn 2 oder mehrere C-Atome, an welchen H hängt, unmittelbar mit einander verbunden sind. Es ernährt nämlich einerseits Methylamin andrerseits Benzoesäure sicher, während Ameisensäure und Methylalkohol (letzteres hat sich inzwischen als unrichtig herausgestellt, B.) nicht assimiliert werden, was indessen auch auf Rechnung ihrer antiseptischen Eigenschaften in Verbindung mit der ziemlich schweren Zersetzbarkeit kommen kann. Dagegen kann der Kohlenstoff nicht assimiliert werden, wenn er unmittelbar nicht mit H sondern nur mit andern Elementen zusammenhängt, wie dies in der Cyangruppe, ferner beim Harnstoff[2]) und der Oxalsäure nebst deren Abkömmlingen der Fall ist".

Aus den Versuchen ergibt sich, „dass unter übrigens gleichen Umständen Verbindungen mit 1 C-Atom am schwierigsten (Methylamin) oder gar nicht (Ameisensäure, Chloral) assimiliert werden, dass mit der steigenden Anzahl der unmittelbar zusammenhängenden C-Atome die Assimilation besser von Statten geht (Leucin mit 6 C ernährt besser als Asparagin mit 4 C), dass es ferner günstiger ist, wenn an den C-Atomen nicht bloß H-Atome sondern auch O oder OH befestigt sind (die Gruppe CH_2-OH verhält sich unter übrigens gleichen Umständen günstiger als CH_3, ebenso CH_2—COH günstiger als CH_2—CH_3), und dass Verbindungen mit mehreren C-Atomen oder C-Gruppen, die durch N oder O verbunden sind, nicht besser ernähren als solche, in denen die Gruppe nur einmal vorhanden ist (Trimathylamin nicht besser als Methylamin).

„Außer der chemischen Konstitution der Nährverbindung spielt aber jedenfalls noch ein anderer Umstand eine wesentliche Rolle bei der Assimilation. Die lebende Zelle wird unter übrigens gleichen Umständen diejenigen Substanzen am leichtesten zur Ernährung be-

1) Sitzungsber. d. Münchner Akad. d. Wissensch., math.-phys. Klasse, 1879, S. 282 ff. Ernährungschemismus der niederen Pilze.

2) Der Harnstoff wirkt auf manche Algen ernährend; siehe weiter unten.

nutzen, für deren Assimilation sie die geringste Kraft aufwenden muss, — also diejenigen Substanzen, die von verschiedenen chemischen Mitteln am ehesten angegriffen und umgesetzt wurden. Doch ist natürlich nur ganz im Allgemeinen ein Vergleich möglich, da ja die chemischen Verbindungen zu den verschiedenen Arten der Zersetzung sich nicht gleich verhalten, und da die Assimilation nichts anderes ist als eine besondere Art der Zersetzung, die mit den übrigen Zersetzungen bis zu einer bestimmten Grenze übereinstimmt, während sie im Einzelnen sich im Gegensatz zu ihnen befindet".

v. Naegeli ordnet die Kohlenstoffquellen nach dem Grade ihres Nährwertes in folgende Reihe: 1. Die Zuckerarten. 2. Mannit; Glyzerin; die Kohlenstoffgruppe im Leucin. 3. Weinsäure; Zitronensäure; Bernsteinsäure; die Kohlenstoffgruppe im Asparagin. 4. Essigsäure; Aethylalkohol; Chinasäure. 5. Benzoësäure; Salicylsäure; die Kohlenstoffgruppe im Propylamin. 6. Die Kohlenstoffgruppe im Methylamin; Phenol. Doch hat diese Stufenreihe nur bedingte Giltigkeit.

Vor einigen Jahren hat auch O. Loew seine neueren Erfahrungen über Ernährungschemismus der Pilze in einem Aufsatze zusammengestellt[1]), aus dem hier einige Sätze Erwähnung finden müssen.

Er sagt unter Anderem Folgendes: „Unter allen Organismen sind bekanntlich die Bakterien durch besondere Intensität chemischer Aktivität ausgezeichnet. Reduktionen und Oxydationen, Zersetzungen und Synthesen werden in staunenswertem Umfang ausgeführt. Zahlreiche organische Materien werden unter Atomverschiebungen mit Leichtigkeit gespalten und zu Komplexen von festerem chemischem Gefüge umgeändert. Und inmitten dieses Vernichtungskampfes gegen leicht zersetzbare Molekülе bauen diese Organismen den denkbar labilsten organischen Körper, das aktive Eiweiß, auf und fabrizieren sich daraus ihr lebendes Protoplasma mit einer ebenso staunenswerten Schnelligkeit! Wo, möchte man fragen, hört denn hier die Zerspaltung auf und fängt die synthetische Arbeit, der Aufbau der lebendigen Materie, an?"

„Was die ernährenden Stoffe betrifft, so lassen sich mit Bezug auf die Förderung des Pilzwachstums folgende allgemeine Gesichtspunkte aufstellen:

1. Hydroxylierte Säuren sind besser als die entsprechenden nicht hydroxylierten, z. B. Milchsäure besser als Propionsäure.

2. Mehrwertige Alkohole sind besser als die entsprechenden einwertigen, z. B. Glyzerin besser als Propylalkohol.

3. Der Nährwert der Fettsäuren und der einwertigen Alkohole der Fettreihe nimmt mit steigender Anzahl der Kohlenstoffatome ab; z. B. Essigsäure ist besser als Buttersäure, und Methylalkohol besser als Amylalkohol.

1) Die chemischen Verhältnisse des Bakterienlebens. Centralbl. f. Bakteriologie u. Parasitenkunde, IX. Bd., 1891.

4. Eintritt von Aldehyd- und Ketongruppen erhöhen die Nährfähigkeit; z. B. Glukose oder Fruktose sind besser als Mannit, Acetessigester besser als Essigester. Bei gesteigerter Labilität der Aldehydgruppe kann jedoch Giftwirkung eintreten.

„Was die Stickstoffquellen für diese Pilze anbelangt, so können bekanntlich nicht nur Ammoniaksalze und Nitrate verwendet werden, sondern auch mannigfache organische Stickstoffverbindungen, wie Amidosäuren, Säureamide, Amine, wahrscheinlich auch Nitrite und manche Nitroso- und Nitroverbindungen. Wir dürfen wohl schließen, dass aus allen den verschiedenen organischen Stickstoffverbindungen zuerst Ammoniak gebildet wird, ehe die Eiweißsynthese beginnen kann. Würden die verschiedenen Amidosäuren, Amine etc. als solche verwendet, so müssten schließlich verschiedene Eiweißkörper und damit ein verschieden funktionierendes Protoplasma entstehen. Aber wir müssen diese Idee ebenso zurückweisen, wie die eines bekannten Chemikers, welcher meinte, aus verschiedenen Zuckerarten müssten verschiedene Protoplasmakörper und damit neue Arten von Organismen entstehen".

Teilweise von solchen Gesichtspunkten, wie sie in den Arbeiten von Naegeli und Loew festgehalten sind, ausgehend, wurden die Versuchsstoffe gewählt, teils auch mit Rücksicht auf die praktische Frage des Verbrauches organischer Stoffe in den natürlichen Gewässern und im Ackerboden.

Die Stoffe, welche für Pilzernährung besonders günstig erscheinen, erwecken wohl auch hinsichtlich der organischen Ernährung grüner Pflanzen von vornherein einige Hoffnung.

Pepton ist ein ausgezeichneter Nährstoff für Pilze, vielleicht auch für Algen; desgleichen Asparagin, Zucker, Glyzerin, verschiedene organische Säuren wie Weinsäure, Aepfelsäure u. s. w. Ein nicht unwichtiger Punkt hiebei ist freilich immer das Eindringen der betreffenden Stoffe in das lebende Protoplasma der grünen Pflanzen; dasselbe ist von einem schwer durchdringlichen Häutchen, der äußeren Plasmahaut umgeben, welche Hindernisse bereitet. Doch ist diese Schwierigkeit wohl überschätzt worden, indem die Versuche über Durchlässigkeit des Plasmas mit Lösungen (z. B. 10proz. Zucker) angestellt wurden, welche wahrscheinlich eine physikalische Veränderung dieses Häutchens herbeiführen; die dabei erhaltenen Resultate sind an Zellen von abnormer Beschaffenheit erzielt worden.

Thatsächlich dringen viele organische Stoffe und auch anorganische mit Leichtigkeit ein, wenn sie in 0.1prozentigen Lösungen dargeboten werden; die Zellen ernähren sich sichtlich davon. Bei fast keinem der Stoffe, bei welchen es von vornherein wahrscheinlich erscheint, dass er ein Nährstoff sei, ist mir bis jetzt die Ernährung missglückt, woraus doch ganz sicher hervorgeht, dass sie eindringen. Direkt wahrnehmbar ist freilich das Eindringen in die lebende Zelle nur bei

wenigen Stoffen, nämlich bei solchen die eine Reaktion hervorrufen, ohne zu töten; mit dem Absterben der Zellen ändert sich die Permeabilität des Plasmas, nun dringen alle gelösten Stoffe mit Leichtigkeit hinein und heraus. So kann man mit organischen und anorganischen Basen, wie Coffein, Antipyrin, Ammoniak u. s. w., sehr verdünnte Auflösungen (0.05 bis 0.01%) herstellen, welche in der Zelle Reaktionen hervorrufen, ohne sie sogleich abzutöten; es tritt Ballung des Zellinhaltes (Aggregation) ein oder auch eine leichte Farbenveränderung, wenn der Zellsaft gefärbt ist. Binnen wenigen Minuten wird die Reaktion im Zellinnern sichtbar.

Da das in die Flüsse geleitete Sielwasser hauptsächlich Fäulnisprodukte enthält, war es von besonderem Interesse, diese auf Ernährungsfähigkeit zu prüfen.

Bei der Fäulnis (Eiweißzersetzung durch Spaltpilze) bilden sich bekanntlich eine große Anzahl von Zersetzungsprodukten, anorganische Stoffe, flüchtige fette Säuren, Amidokörper, aromatische Stoffe. Als gewöhnliche Fäulnisprodukte werden angegeben: Ammoniak, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff, Schwefelsäure, Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Leucin, Tyrosin, Glycocoll, Indol, Scatol, Scatolkarbonsäure, Hydrozimmtsäure, Phenylessigsäure, Phenol u. s. w. Was die Quantitäten anbelangt, so fand Nencki, dass käufliches Eieralbumin bei 8tägiger Fäulnis 11% Ammon, 35.65% Buttersäure, 3.35% Leucin, 5.37% Kohlensäure bildet. Leim lieferte bei 4tägiger Fäulnis 9.48% Ammoniak, 24.2% flüchtige Fettsäuren (Essigsäure, Buttersäure, Baldriansäure) 12.2% Glycocoll 19.4% Leimpepton, 6.45% Kohlensäure; je länger die Zersetzung dauerte, desto mehr überwog die Essigsäure.

Die bei der Eiweißgärung (Fäulnis) entstehenden organischen Stoffe sind vom Verf. zum Gegenstand von Untersuchungen hinsichtlich ihrer Nährkraft bei grünen Pflanzen gemacht worden.

Andere Stoffe wie Glyzerin, Zuckerarten, sind schon früher von verschiedenen Autoren auf ihre Brauchbarkeit zur Ernährung der Chlorophyllpflanzen versucht worden:

In Nachfolgendem soll eine tabellarische Uebersicht der bei grünen Pflanzen bis jetzt versuchten organischen Substanzen, ihrer Brauchbarkeit etc. gegeben werden.

Name der Substanz	Chemische Formel	Brauchbarkeit	Autor	Publikationsort
Methylalkohol	$CH_3.OH$	Spirogyren bilden in 0,1 proz. Lösung Stärke. Die Trockensubstanz vermehrt sich binnen 20 Tagen aufs Doppelte.	Bokorny	Studien u. Exper. üb. chem. Vorgänge der Assim. Hab. Schr. Erlangen 1888.

Name der Substanz	Chemische Formel	Brauchbarkeit	Autor	Publikationsort
Formaldehyd, als Formaldehydschwefl. Natron angewandt	CH_2O	Spirogyren und Zygnemen bilden Stärke.	Bokorny	Landw. Jahrb. 1892, 459.
Glycol (Aethylen-)	$CH_2OH.CH_2OH$	Spirogyren bilden Stärke.	Bokorny	Studien u. Exper. üb. chem. Vorgänge der Assim. Hab. Schr., Erlangen 1888.
Glycerin	$CH_2OH.CHOH.CH_2OH$	Blätter von *Cacalia* (Composite) bilden im DunkelnStärke.	A. Meyer	Bot. Ztg. 1885 p. 416 ff.
		Kartoffeltriebe ebenfalls.	E. Laurent	Sur la formation d'amidon dans les plantes (Brüssel 1888).
		Lemna (Wasserlinse, eine Blütenpflanze) ernährt sich davon und vermehrt die Trockensubstanz bis auf's Doppelte binnen einigen Wochen. Desgl. *Cladophora* (diese auch im Dunkeln). *Phaseolus multiflorus* scheint sich davon zu ernähren.	Bokorny	Landw. Vers.-St. 1889.
Methylal	$H_2C<O.CH_3 / O.CH_3$	Spirogyren bleiben in Methylallösung bei Lichtabschluss 3 Wochen lang lebendig, während die Controlalgen absterben. Bei *Vaucheria* treiben die Schläuche im Dunkeln zahlreiche neue Auszweigungen.	Loew und Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 280.
		Spirogyren bilden daraus Stärke.	Bokorny	Hab. Schr. Erlangen 1888, Stud. u. Exp....
Paraldehyd	$(C_2H_4O)_3$	sehr giftig für Algen.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Acetessigester	$CH_3.CO.CH_2.CO_2.C_2H_5$	ernährt *Spirogyra*.	Bokorny	Chemische Ztg. 1894, Nr. 2.

Name der Substanz	Chemische Formel	Brauchbarkeit	Autor	Publikationsort
Essigsäure	$CH_3.CO_2H$	bewirkt in Spirogyren Stärkeansatz, Diatomeen bilden Fett in (neutralisierter) Essigsäurelösung.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Propionsäure	$CH_3.CH_2.CO_2H$	ernährt Algen (aber schlecht).	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Milchsäure 0,1% mit Kalkwasser neutral.	$CH_3CHOH.CO_2H$	*Spirogyra* wird ernährt u. setzt Stärke an.	„	„
Buttersäure 0,1% mit Kalkwasser neutr.	$CH_3.CH_2.CH_2.CO_2H$	Spirogyren bleiben 3 Tage lebendig u. setzen etw. Stärke an.	„	„
Bernsteinsäure, 0,1% mit Kalkwasser neutr.	$CO_2H.CH_2.CH_2.CO_2H$	Sp. bild. Stärke u. nehmen schönes Aussehen an; Diatomeen bilden Fett.	Bokorny Loew u. Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2. Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 278.
Baldriansäure, 0,1% mit Kalkwasser neutr.	$(CH_3)_2.CH.CH_2.CO_2H$	Nach 3tägigem Aufenth. sahen Spir. gut aus u. zeigten etwas Stärkeansatz; Diatomeen setzten Fettropfen an.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Propylalkohol, 0,2%	$CH_3.CH_2.CH_2OH$	Algen setzen keine Stärke an, bleiben aber längere Zeit ungeschädigt.	Bokorny	Landw. Vers.-St. 1889. Welche Stoffe können außer der Kohlensäure zur Stärkebildung dienen?
Isopropylalkohol 0,2%	$(CH_3)_2.CHOH$	„	Bokorny	„
Butylalkohol	$CH_3.CH_2.CH_2.CH_2OH$	„	„	„
Isoputylalkohol	$C_2H_7.CH_2OH$	„	„	„
Trimethylcarbinol	$(CH_3)_3.C(OH)$	„	„	„
Amylalkohol	$(CH_3)_2.CH.CH_2.CH_2OH$	„	„	„
Aethylalkohol	$CH_3.CH_2OH$	Resultat mit Algen zweifelhaft.	„	„
Phenol 0,05%	$C_6H_5.OH$	Spirogyren setzen in der Leg. binnen 5 Tagen Stärke an, während die Kontrolalgen schlechtes Aussehen besitzen u. keine Stärke zeigen.	„	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.

Namen der Substanz.	Chemische Formel	Brauchbarkeit	Autor	Publikationsort
Asparaginsäure, 0,1% mit Kalkw. neutr.	$CO_2H.CHNH_2.CH_2.CO_2H$	Spirog. setzen binnen 2 Tagen Stärke an.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
		Im Dunkeln wird durch Asp. das Verhungern d. Algen hintangehalten.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 278.
Zitronensäure, 0,1% mit Kalkwasser neutr.	$C_3H_4(OH)(CO_2H)_3$	Algen bilden binnen 3 Tagen Stärke.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Saures, weinsaures Calcium, 0,1%	$CO_2H.CHOH.CHOH.CO_2H$ (als Calciumsalz)	Spirogyren setzen binnen 2 Tagen Stärke an.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Weinsäure als Ammonsalz	„	Algen etc. bilden Stärke.	Hartleb	Inaug. Diss. Erlangen 1893.
Aepfelsäure	$CO_2H.CH_2.CHOH.CO_2H$	In freier Säure von 0,1% sterben Algen binnen 24 Stunden ab; 0,01% wird ertragen.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 278.
Calcium bimalat, 0,1% mit K_2HPO_4 neutr.	$CO_2H.CH_2.CHOH.CO_2H$ (als Calciumsalz)	Spirogyren bilden in 3 Tagen Stärke.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Cumalinsäure (frei)	$O.CH = C.COOH$ | $CO.CH = CH$	0,1% tödtet Algen, 0,01% wird ertragen.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 298.
Phenylessigsäure 0,1%, mit Kalkw. neutr.	$C_6H_5.CH_2.CO_2H$	Algen sterben darin ab.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Hydrozimmtsäure 0,1% mit Kalkw. neutr.	$CH_5.CH_2.CH_2.CO_2H$	„	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Hexamethylenamin (spaltet sich leicht in Formaldehyd u. Ammoniak)	$(CH_2)_6N_4$	In 0,1% Lsg. blieben Algen im Dunkeln länger am Leben als bei einem Kontrolversuch ohne diese Substanz.	Loew u. Bokorny	Journ f. pr. Ch. 1887, S. 278.
Urethan	$C{=}O$ (NH_2, $O.C_2H_5$)	Algen nehmen in 0,2% Lsg. binnen 4 Wochen nicht den geringsten Schaden.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 278.
Glycocoll 0,1% mit Kalkwasser neutr.	$CH_2(NH_2).CO_2H$	Spirogyren bilden binnen 3 Tagen Stärke.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Trimethylamin 0,05% mit Schwefelsäure neutr.	$(CH_3)_3N$	Spir. bleiben gesund, erst nach 8 Tagen tritt Stärke auf.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.

Name der Subsanz.	Chemische Formel	Brauchbarkeit	Autor	Publikationsort
Tyrosin 0,1%	$C_6H_4(OH).CH_2.CH(NH_2).CO_2H$	Spir. setzen in 2 Tagen Stärke an, stark ausgehungerte Zellen erholen sich.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Leucin 0,1%	$CH_3(CH_2)_3.CH(NH_2).CO_2H$	Spirogyren bilden Stärke.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Harnstoff	$C{=}O(NH_2)_2$	In 0,2% Lsg. kränkeln Algen, in 0,05% bilden Spirpgyren Stärke, Diatomeen Fett.	„	„
Guanidin	$C{=}NH(NH_2)_2$	Algen sterben unter Granulationserscheinungen nach einigen Stunden ab.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 287.
Hydantoin 0,2%	$NH{-}CO{-}C{=}O{-}NH{-}CH_2$	Binnen 5 Tagen Massenzunahme d. Algen.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 287.
Kreatin	$NH_2{-}C{=}(NH){-}N(CH_3){-}CH_2{-}COOH$	„	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 287.
Sulfoharnstoff 0,2%	$C{=}S(NH_2)_2$	Algen nach 5 Tagen meist dem Tode nahe.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 287.
Asparagin	$CO_2H.CH(NH_2).CH_2.CO(NH_2)$.	Maispfl. gedeihen in einer Lösung besser, wenn der Stickstoff in Form von Asparagin gereicht wird statt KNO_3. Bedeutendere Stickstoffvermehrung.	Bässler	Landw. Vers.-St. 33, 23.
Pepton		Spirogyren gedeihen u. setzen Stärke an.	Bokorny	Chemiker Ztg. 1894, Nr. 2.
Indol 0,05%	C_8H_7N	Gift für Spirogyren.	„	„
Skatol	$C_8H_8(CH_3)NH$	„	„	„
Methyloxychinizin		bewirkt Granulation.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 281.
Anilin	$C_6H_5.NH_2$	„	„	„
Pyridin	C_6H_5N	„	„	„
Antipyrin	$C_{11}H_{12}N_2O$	„	„	„

Name der Substanz.	Chemische Formel	Brauchbarkeit	Autor	Publikationsort
Chinasäure 0,1% frei	$(OH)_4C_6H_7.COOH$	Spirogyren sterben darin ab unter Bleichung; auch in 0,01% Lösung sterben sie.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 281.
Cyanhydrin des Methylens, 0,01 bis 1%	$CH_2{<}^{OH}_{CN}$	Spirog. erleiden Störungen im Chlorophyllband.	Loew u. Bokorny	Journ. f. pr. Ch. 1887, S. 290.
Pikrinsaures Kali, 0,05%	$C_6H_2(OH)(NO_2)_2$ (als Kaliumsalz)	Algen bleiben bei Lichtzutritt am Leben, im Dunkeln verhungern sie.	Loew u. Bokorny	„
Nitranilsaures Kali	$C_{12}H_{22}O_{11}$	„	„	„
Rohrzucker		*Vaucheria* bildet auf 20% Lösung etwas Stärke.	„	„
		Feuerbohnen bilden auf 20% Lsg. Stärke.	Böhm	Bot. Ztg. 1883.
		Viele Blätter bilden Stärke.	A. Meyer	Bot. Ztg. 1885.
		Kartoffelsprosse bilden Stärke.	E. Laurent	Sur la formation d'amidon, Brüssel 1888.
		Zygnema bleibt im Dunkeln 6 Mon. lebendig auf 10% Lsg.	Klebs	Ber. d. d. b. G. 5, 186.
Laevulose 10%	$C_6H_{12}O_6 = CH_2(OH).(CH.OH)_3.CO.CH_2OH$	Fast alle untersuchten Blätter bilden Stärke;	A. Meyer	Bot. Ztg. 1885, S. 416 ff.
		desgl. ausgehungerte Kartoffeltriebe.	E. Laurent	Sur la formation d'amidon, Brüssel 1888.
Dextrose	$C_6H_{12}O_6 = CH_2(OH).(CHOH)_4.CHO$	Fast alle geprüften Blätter bilden Stärke (aber nicht so leicht wie aus Laevulose).	A. Meyer	Bot. Ztg. 1885.
		Kartoffeltriebe bilden Stärke.	E. Laurent	a. a. O.
Milchzucker	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$	Blätter bilden keine Stärke.	A. Meyer	a. a. O.
		Kartoffeltriebe bilden Stärke.	E. Laurent	a. a. O.
Maltose	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$	*Dahlia variabilis* bildet reichl. Stärke.	A. Meyer	a. a. O.
Inosit	$C_6H_{12}O_6$ (mit Kohlenstoffring)	keine Stärkebildung.	A. Meyer	a. a. O.
Raffinose	$C_{18}H_{32}O_{16} + 5H_2O$	keine Stärkebildung.	A. Meyer	a. a. O.

Name der Substanz	Chemische Formel	Brauchbarkeit	Autor	Publikationsort
Mannit	$C_6H_8(OH)_6$ = $CH_2OH.(CHOH)_4.CH_2OH$	Entstärkte Oleaceenblätter bilden Stärke.	A. Meyer	a. a. O.
		Kartoffeltriebe bilden Stärke.	E. Laurent	a. a. O.
Dulcit	$C_6H_8(OH)_6$	Blättervon *Evonymus* bilden Stärke.	A. Meyer	a. a. O.
		Kartoffeltriebe bilden Stärke.	E. Laurent	a. a. O.
Erythrit	$CH_2OH.(CHOH)_2.CH_2OH$	Keine Stärkebildung.	A. Meyer	a. a. O.
		Desgl.	E. Laurent	a. a. O.
Lecithin	$C_3H_5\begin{cases}-O.C_{18}H_{35}O\\-O.C_{16}H_{31}O\\-O.PO(OH).O.(CH_2)_2.N(CH_3)_3.OH\end{cases}$	wird von Pflanzen assimiliert.	J. Stoklaser	Ak. der Wiss. Wien, 20. Juni 1895.

Von den in vorstehender Tabelle als brauchbar aufgeführten Substanzen können viele nur bei Lichtzutritt verbraucht werden; bei allen ist Lichteinfluss vorteilhaft. Selbst die dem Stärkemehl chemisch so nahestehenden Zuckerarten, wie Rohrzucker und Traubenzucker, dienen viel leichter zur Nahrung, wenn das Licht Zutritt hat. So habe ich mich oft vergeblich bemüht, bei Spirogyren, Zygnemen, Conferven und andere Algen Stärkeansatz durch Zuckerzufuhr im Dunkeln herbeizuführen; bei Lichtzutritt fand aber die Stärkebildung leicht statt. Kartoffelpflanzen allerdings setzen auch im Dunkeln leicht Stärke an, wie E. Laurent nachwies; sie bilden sogar aus Glyzerin im Dunkeln bald Stärke.

Freilich darf aus dem Unterbleiben des Stärkeansatzes nicht geschlossen werden, dass die betreffende Substanz nicht ernährt. Denn Stärkeansatz kommt nur dann zu Stande, wenn Kohlehydrat im Ueberschuss gebildet wird; dieser Ueberschuss wird von verschiedenen Pflanzenarten verschieden leicht als Stärke abgelagert. Manche bilden leicht Stärke, manche schwieriger. Spirogyren z. B. setzen ziemlich leicht Stärke an, desgleichen und noch mehr Kartoffelpflanzen. Manche Liliaceen können oft einen ziemlich großen Ueberschuss von Kohlehydrat in sich haben, ohne Stärke abzulagern. Dessen muss man natürlich bei Versuchen über organische Ernährung grüner Pflanzen immer gedenken. Oft wird zunächst nur das makroskopische Aussehen der Pflanze einen ernährenden Einfluss des dargebotenen Stoffes erkennen lassen. Eine Bestimmung der Abnahme organischer Substanz in der Nährlösung kann dann sicheren Aufschluss gewähren.

Von großer Bedeutung ist auch die Konzentration der Nährlösung und die Schädlichkeit oder Unschädlichkeit derselben, welch letztere ja auch zum Teil von der Konzentration abhängt.

Freie Säuren wirken immer schädlich auf das Plasma ein; die saure Reaktion eines Stoffes ist überhaupt fast immer zugleich ein Zeichen auch für nachteilige physiologische Wirkung, weshalb man bei Versuchen über die Nährkraft von chemischen Substanzen immer zunächst auf diesen Punkt Acht haben und eventuell die saure Reaktion durch Basen beseitigen muss.

Freilich zeigen die Organismen eine sehr verschiedene Resistenz gegen Säuren; so können manche Schimmelpilze eine 1proz. Phosphorsäure ertragen, während die meisten Bakterienarten sowie die Algen und Infusorien sehr empfindlich dagegen sind. Milzbrandbacillen allerdings ertragen eine 1proz. Salzsäure 48 Stunden lang. Organische Säuren werden im Allgemeinen leichter ertragen als Mineralsäuren; das Essigälchen ist sogar gegen 4proz. Essigsäure resistent.

Essigsäure ($CH_3.COOH$), ist in neutralisierter 0,1proz. Auflösung für *Cladophora*, *Vaucheria*, Diatomeen, Infusorien, Würmer etc. nach meiner Untersuchung gar nicht schädlich. Nach 48stündigem Aufenthalt in der Lösung waren die genannten Organismen noch völlig intakt; auch nach weiteren 2 Tagen, in der Lösung verbracht, zeigte sich an denselben keine bemerkbare Minderung der Lebensfähigkeit; die Lösung wirkte vielmehr ernährend.

Gegen Ameisensäure (H.COOH) sind nach O. Loew (Giftwirkungen S. 33) niedere Organismen sehr empfindlich, wahrscheinlich wegen ihrer Aldehydnatur. Die Fäulnis der Gelatine wird verhindert durch 0,25% und die Entwicklung mancher pathogener Bakterien soll schon durch 0,06proz. Ameisensäure verhindert werden. Nach meinen eigenen Versuchen wirkt schon 0,07prozentige freie Ameisensäure (Neutralisation ist hier überflüssig wegen der starken Verdünnung) auf Algen binnen 3 Tagen giftig; *Cladophora* und *Vaucheria* waren nach 3tägigem Aufenthalt in der Lösung abgestorben. *Conferva* freilich blieb am Leben, desgleichen viele Infusorien und Diatomeen. Eine ernährende Einwirkung konnte nicht beobachtet werden.

Propionsäure ($C_2H_5.COOH$) scheint, neutralisiert, nicht erheblich schädlich für niedere Pflanzen und Tiere zu sein. In einer 0,1prozentigen mit Kali neutralisierten Lösung dieser Säure blieben Algen und niedere Tiere 18 Stunden lang am Leben; die Algen assimilierten lebhaft und schwammen von Sauerstoffbläschen getragen obenauf. Sogar nach 48 Stunden waren die meisten Algenfäden noch am Leben (*Vaucheria* und *Cladophora* großenteils noch), sie assimilierten noch, und die den Fäden aufsitzenden Vorticellen zeigten lebhafte Beweglichkeit. Nach weiteren 2 Tagen war ebenfalls noch alles am Leben, doch schien die Assimilationskraft abgeschwächt oder geschwunden zu sein, die Algen befanden sich trotz guten Lichtes am Boden des Glases, während die Algen des gleichzeitig aufgestellten Essigsäure-Versuches noch lebhaft assimilierten. Nährstoff ist (nach meinen

früheren Versuchen, Chem. Ztg., 1894, Nr. 2) die Propionsäure nur in geringem Grade.

In 0,1prozentiger Lösung von Gärungs-Milchsäure $CH_3.CH(OH).CO_2H$, welche mit Kalkwasser neutralisiert und mit etwas Monokaliumphosphat versetzt war, zeigte sich binnen 2 Tagen beträchtlich Stärkeansatz in allen Fäden der eingesetzten Spirogyren, trotz völligem Kohlensäureausschluss. Die Versuchs-Algen waren von schönstem Ansehen und bekundeten damit schon die ernährende Kraft des milchsauren Kalkes.

Versuche mit Buttersäure, $CH_3.CH_2.CH_2.CO_2H$, ergaben, dass in 0,1proz. Auflösung Spirogyren 3 Tage lang am Leben blieben und dann erheblichen Stärkeansatz zeigen.

Bernsteinsäure, $CO_2H.CH_2.CH_2.CO_2H$, in 0,1prozentiger neutraler Lösung ist ein guter Nährstoff für Algen. Ja sogar aus Baldriansäure, $(CH_3)_2.CH.CH_2.COH$, scheint *Spirogyra* etwas Stärke bilden zu können, wenn dieselbe in 0,1prozentiger mit Kalkwasser neutralisierter Lösung dargeboten wird; die Alge (*Spir. nitida*) hatte nach 3 Tagen gutes Aussehen und zeigte etwas Stärkeansatz (Verf., Chem. Ztg., 1894, Nr. 2).

Asparaginsäure, $COOH.CH_2.CH(NH_2).COOH$, wurde schon vor mehreren Jahren von O. Loew als Nährstoff erkannt (Journ. f. prakt. Chemie, 1887). Meine eigenen Versuche ergaben, dass Spirogyren in 0,1prozentiger mit Kalkwasser neutralisierter Lösung von Asparaginsäure binnen 2 Tagen erheblich Stärke ansetzen.

In 0,1prozentiger mit Kalkwasser neutralisierter Lösung von Zitronensäure, $\begin{matrix} CH_2.CO_2H \\ | \\ C(OH).CO_2H \\ | \\ CH_2.CO_2H \end{matrix}$, bildeten Spirogyren binnen 3 Tagen sehr erhebliche Stärkemengen, wie die mikrochemische Reaktion mit Jodkaliumlösung ergab; sogar nach 10tägigem Aufenthalt in der Lösung waren noch sämtliche Spirogyren am Leben, trotz völligem Ausschluss der Kohlensäure.

Weinsäure, $CO_2H.CHOH.CHOH.CO_2H$, wurde als Calciumbitartrat in 0,1prozentiger Lösung angewendet und dazu noch mit etwas Dikaliumphosphat bis zur neutralen Lösung versetzt. Binnen 2 Tagen setzten Spirogyren in dieser Lösung bei Kohlensäureausschluss Stärke an.

In 0,1prozentiger, mit Dikaliumphosphat neutralisierter Lösung von Calciumbimalat (Aepfelsäue $= \begin{matrix} CH_2.CO_2H \\ | \\ CH(OH).CO_2H \end{matrix}$) gediehen ausgehungerte Spirogyren sehr gut bei Kohlensäure-Ausschluss, während die Algen eines Kontrolversuches (mit Wasser allein) zu Grunde gingen. Nach 3 Tagen zeigte sich in den Fäden des ersteren Versuches sehr

viel Stärke, sie hatten unter den Mikroskop gutes normales Aussehen; die Fäden des Kontrolversuches zeigten keine Stärke.

Dass Oxalsäure (neutralisiert) etwas giftig ist für Algen und Infusorien und nicht ernährt, hat O. Loew beobachtet. „Infusorien, Flagellaten und Diatomeen findet man nach 15stündigem Aufenthalt in einer 0,5proz. Lösung von neutralem oxalsaurem Kali oder Natron tot, dagegen in weinsaurem Kali oder Natron noch lebend". Bei 0,2proz. Oxalat lebten nach 24 Stunden noch einige Vorticellen und Euglenen, und bei 0,1% schien die Giftwirkung fast verschwunden zu sein, denn Vorticellen, Paramaecien, Euglenen und Diatomeen waren nach 3 Tagen noch in lebhafter Bewegung". „Fadenalgen, wie *Zygnema*, *Mongeotia*, *Vaucheria*, *Sphaeroplea*, *Cladophora*, *Oedogonium*, sterben binnen 24 Stunden unter Verquellung der Chlorophyllkörper in einer 0,5proz. Lösung von neutralem oxalsaurem Kali ab". In einer 0,1proz. Lösung sterben manche Spirogyren erst nach 8—10 Tagen ab. Freie Oxalsäure aber ist sehr giftig; 0,0001% wirkt noch (O. Loew, Giftw., S. 121).

Benzoësäure ($C_6H_5.COOH$) ist schädlich für Algen und Infusorien. In einer 0,1proz. Lösung der Säure (diese wurde zuerst in Alkohol gelöst und die alkoholische Lösung in Wasser gegossen), sterben Vaucherien, Conferven, Cladophoren, Infusorien binnen 24 Stunden ab. Eine ernährende Wirkung ist also ausgeschlossen.

Nach dem Neutralisieren mit Kali erwies sich die Lösung auch noch als schädlich. Nach 12stündigem Aufentalt in derselben waren schon viele Algen, Conferven und Cladophoren abgestorben; lebende Tiere bemerkte ich nicht mehr; die noch lebenden Algen assimilierten nicht mehr. Immerhin ist die schädliche Wirkung der neutralisierten Säure nicht so groß wie die der freien Säure.

Auch Alkohole können von grünen Pflanzen als Nährstoffe verwendet werden. Sie müssen nur in der richtigen Konzentration angewandt werden, so dass sie nicht giftig wirken.

Methylalkohol, $CH_3.OH$, ist in 0,1proz. Lösung ein Nährstoff für Algen. Entstärkte Spirogyren setzen darin (auch bei Kohlensäureausschluss) Stärke an, vorausgesetzt, dass dem Lichte der Zutritt gestattet wird. Infusorien ertragen eine 1proz. Lösung längere Zeit, manche Arten sogar mehrere Tage.

Isopropylalkohol, Butylalkohol [$CH_3.CH_2.CH_2.CH_2(OH)$], Isobutylalkohol, Trimethylkarbinol [$(CH_3)_3.COH$], werden in 0,2proz. Lösungen von Spirogyren längere Zeit ohne Schaden ertragen; Stärkeansatz aber konnte ich nicht beobachten.

Interessant dürfte hier ein Vergleich mit dem physiologischen Verhalten mehrwertiger Alkohole sein. Aethylalkohol ist ein schwaches Gift, der entsprechende 2wertige Alkohol Aethylenglykol, $CH_2OH.CH_2OH$, ein guter Nährstoff für Algen; Propylalkohol (siehe unten) ist ebenfalls

ein schwaches Gift, während der entsprechende 3wertige Alkohol, das Glyzerin, $CH_2OH.CHOH.CH_2OH$, eine hervorragend gute Kohlenstoffquelle für Algen und höhere Pflanzen ist. Durch den Eintritt von Hydroxylgruppen scheint die Giftigkeit abzunehmen und einer ernährenden Eigenschaft Platz zu machen.

Dass Kohlehydrate den grünen Pflanzen als Nahrung dienen können, ist von verschiedenen Forschern vor längerer Zeit konstatiert worden. E. Laurent[1]) wies das insbesondere an Kartoffelpflanzen nach, A. Meyer[2]) an Blättern vieler Blütenpflanzen.

Legt man Blattabschnitte von völlig entstärkten Blättern auf 5 bis 20% Zuckerlösungen oder stellt man im Dunkeln erwachsene stärkefreie Kartoffeltriebe in solche Lösungen, so bilden dieselben — auch bei Lichtabschluss — binnen kurzer Zeit Stärke. Eine vorausgehende Zerspaltung des Zuckermoleküls in Kohlensäure und Wasser und ein darauffolgender Wiederaufbau zu Stärke ist hier nicht anzunehmen, weil ja bei Dunkelheit keine Kohlensäureassimilation möglich ist. Die Zuckermoleküle müssen wohl als solche zur Stärkebildung dienen, was ja auch nach ihrer chemischen Konstitution wohl denkbar ist. Manche Zuckerarten können übrigens nach genannten Forschern nicht zur Stärkebildung dienen.

Die Ernährung mit löslichen Kohlehydraten geht sicher auch normaler Weise in den Pflanzen vor. Denn die Stärke ist als solche nicht transportabel von Zelle zu Zelle; sie wird zuerst in lösliche Kohlehydrate, Zuckerstoffe, umgewandelt und in dieser Form transportiert. Die von den stärkehaltigen Reservebehältern aus ernährten Pflanzenteile erhalten das Kohlehydrat demnach als Zucker und in der Zelle wird der Zuckerstoff wieder in Stärke oder in Cellulose etc. umgesetzt.

Von besonderm Interesse ist auch die künstliche Ernährung grüner Pflanzen mit Amidokörpern, wie Asparagin, Leucin, Tyrosin, Glycocoll etc., weil diese Stoffe bei der Fäulnis aus den Eiweißstoffen gebildet werden und somit den grünen Pflanzen in der freien Natur oft dargeboten werden.

Urethan (Aethylurethan, $CO<^{NH_2}_{O.C_2H_5}$) ist in 0,1 proz. Auflösung ein guter Nährstoff für Algen und dient sowohl als Kohlenstoff- wie auch als Stickstoffquelle; nach 3 Wochen zeigte sich gutes Gedeihen und Ansammlung von aktivem Albumin (Chem. Ztg., 1896, Nr. 7).

In Glycocoll ($CH_2(NH_2).CO_2H$) von 0,1% gedeiht *Spirogyra* und andere Algen ebenfalls vortrefflich; dasselbe dient als Stickstoff- und Kohlenstoffquelle (Ebenda Nr. 7).

Versuche mit Aethylamin, $C_2H_5.NH_2$, ergaben, obwohl die 0,1 proz. Lösung mit Schwefelsäure genau neutralisiert worden war, ungünstiges

1) Sur la formation d'amidon. Brüssel 1888.

2) Bot. Zeitung, 1885.

Resultat; die Algen starben meist ab, nur bei einem Versuche blieben die Spirogyren 4 Wochen am Leben.

In 0,1proz. Lösung von Trimethylamin, $N(CH_3)_3$, mit H_2SO_4 neutralisiert, blieb *Spirogyra communis* 4 Wochen lang am Leben.

Hydroxylamin ist für Algen ein sehr starkes Gift; denn schon die Verdünnung 1 : 100000 ist hier schädlich, ja sogar tötlich. Nur die allerschärfsten Gifte wirken noch bei dieser Verdünnung. Es kann also nicht zur Ernährung dienen.

„Ohne Zweifel (O. Loew, a. a. O. S. 525) greift es direkt in jene die Lebensbewegung bedingende Atomgruppierung des lebendigen Eiweißes ein. Arsenverbindungen, Blausäure, Strychnin sind durchaus keine allgemeinen Gifte. Arsensaures Kali ist kein Gift für Algen, Pilze und Infusorien, Blausäure keines für Hefe und auch anderes Pflanzenprotoplasma, Strychnin keines für Schimmel. Das neuerdings als Gift erkannte Neurin ist nur ein solches für höhere Tiere, es ist keines für niedere Pilze, auf einer Lösung von weinsaurem Neurin entwickelt sich die üppigste Schimmel-Vegetation".

„Was das Hydroxylamin betrifft, so besteht wohl kein Zweifel darüber, dass es ein Gift in des Wortes allgemeinster Bedeutung ist".

Um zu beweisen, dass Asparagin im Dunkeln leicht in Eiweiß verwandelt wird, wenn den Pflanzen nur genügende passende Kohlenstoffnahrung zugeführt wird, stellten O. Loew und Y. Kinoshita (Bull. Coll. of Agric. Tokio, Vol. II, p. 196 ff.) mit etiolierten asparaginreichen Keimlingen von Sojabohnen von 20—27 cm Länge folgende Versuche an. Die Keimlinge wurden zuerst, um weiteres Zuströmen von stickstoffhaltigen Material zu verhindern, ihrer Cotyledonen beraubt (diese wurden an der Basis abgeschnitten) und in je 1proz. Lösungen von Methylalkohol resp. Glyzerin gesetzt, denen $^1/_{10}$ Volum gesättigte Gypslösung zugesetzt war. Jeden 7. bis 8. Tag wurden die Pflanzen nach dem Eintauchen in pures Wasser auf einen Tag in eine Mineralsalzlösung gesetzt, welche 0.5 p. m. Mono- und Dikaliumphosphat und Magnesiumsulfat enthielt. Diese Behandlung mit getrennten Lösungen hatte den Zweck, die äußerst schädliche Bakterienentwicklung zu verhindern; trotzdem zeigte sich mehrmals Trübung, worauf sofortige Erneuerung der Lösung stattfand. Nach 27tägigem Aufenthalt im Dunkeln ergab sich folgendes: Der Stengel oberhalb der Cotyledonenbasis maß bei den Kontrolpflanzen 4—14 cm, bei den Methylalkoholpflanzen 8—19 cm, bei den Glyzerinpflanzen 11—19 cm. Die Blätter der Glyzerinpflanzen waren meist etwas größer als die der Methylalkoholpflanzen, das wässerige Extrakt in beiden Fällen ließ beim Kochen mit etwas Salpetersäure gelöstes Eiweiß erkennen, was bei den Kontrolpflanzen in reinem Wasser nicht der Fall war. Die Glyzerinpflanzen enthielten auch reduzierenden Zucker. Die mikrochemischen Beobachtungen ergaben einen großen Unterschied in den Asparagin-

mengen, welche am geringsten bei den Glyzerinpflanzen waren. Die quantitativ chemische Untersuchung ergab bei den Glyzerinpflanzen fast um die Hälfte weniger Asparagin.

Das Asparagin kann also wohl zur Eiweißbildung dienen; auch im Dunkeln kann das geschehen und auch die Wurzeln, nicht bloß die Blätter, wie mehrfach behauptet wird, sind dazu befähigt.

Nach Bässler (landw. Vers.-Stat. 33, 23) gedeihen Maispflanzen in einer Lösung besser, wenn der Stickstoff in Form von Asparagin gereicht wird statt Kaliumsalpeter. Es tritt auch eine bedeutendere Stickstoffvermehrung ein.

Dass Spirogyren Stärke ansetzen, wenn sie in eine 0,1prozentige Auflösung von Tyrosin oder Leucin (bei Kohlensäure-Ausschluss und Lichtzutritt) verbracht werden, hat Verf. schon vor einiger Zeit mitgeteilt. Der Stärkeansatz beweist, dass Tyrosin und Leucin den genannten Algen als Kohlenstoffquelle dienen können. Wahrscheinlich sind sie zugleich auch Stickstoffnahrung; denn von dem Asparagin ist bereits nachgewiesen, dass dasselbe den Maispflanzen als Stickstoffquelle dienen könne.

Sogar eine Harnstofflösung, wenn dieselbe in genügender Verdünnung (0.05 %) angewandt wird, gewährt den Algen Kohlenstoffernährung, wie Verfasser früher mitgeteilt hat (Chem. Zeitg., 1894, Nr. 2).

Glycocoll muss, um ernähren zu können, zuerst mit Kalkwasser oder dergleichen neutralisiert werden, weil es eine saure Reaktion besitzt. In 0,1proz. Lösung bilden Spirogyren binnen 3 Tagen deutlich Stärke — bei Lichtzutritt und Kohlensäureausschluss. Der Kohlensäureausschluss wurde durch Aufstellen des Versuches unter der Kaliglocke herbeigeführt; ein Kontrolversuch, der ebenfalls unter der Kaliglocke stand, ließ erkennen, dass die Kohlensäure wirklich keinen Zutritt hatte und also ihr die Stärkebildung nicht zugeschrieben werden konnte.

In Pepton-Lösung setzen Algen binnen kurzer Zeit Stärke an, ein Zeichen, dass das Pepton in die Zellen eindringt und dort ernährend wirkt.

II. Die organische Ernährung grüner Pflanzen in quantitativer Beziehung.

Nachdem es also keinen Zweifel unterliegt, dass viele organische Substanzen den grünen Pflanzen zur Nahrung dienen können, mögen hier einige Bemerkungen Platz finden über die Ausgiebigkeit dieser Ernährung. Quantitative Versuche hierüber sind leider bis jetzt wenige angestellt worden; diese wenigen Versuche sollen hier zum Ausgangspunkte der Erörterung dienen.

Formaldehydschwefligsaures Natron[1]) (oder oxymethylsulfonsaures Natron genannt) ist eine Substanz, welche schon beim Kochen mit Wasser Formaldehyd abspaltet:

$$CH_2<\begin{matrix}OH\\SO_3Na\end{matrix} = CH_2O + HSO_3Na.$$

Der freiwerdende Formaldehyd kann von der Pflanze zur Stärkebildung verwendet werden; die Spaltung der Verbindung scheint in manchen Pflanzen z. B. Spirogyren ziemlich leicht zu erfolgen.

Ich stellte mir also eine 0,1 proz. Lösung der Substanz her[2]) und bestimmte sogleich das Reduktionsvermögen gegen Permanganatlösung. Nach 10 Tage dauerndem Aufenthalt der Algen wurde dasselbe wieder gemessen und aus der bedeutenden Abnahme berechnet, dass der Gehalt der Lösung an formaldehydschwefligsaurem Natron binnen 10 Tagen durch die Vegetationsthätigkeit von 10 g Spirogyren von 240 mg auf 125 mg zurückgegangen war. Bei einem zweiten Versuche hatte eine Abnahme von 231,3 mg auf 134,4, bei einem dritten Versuche von 231.3 mg auf 156,2 stattgefunden.

10 g Spirogyren (feucht gewogen) hatten also binnen 10 Tagen verbraucht bei Versuch 1, 115 mg formaldehydschwefligsaures Natron, bei Versuch 2, 96,9 mg, bei Versuch 3, 75,1 mg dieses Salzes.

Um den Einwand zu beseitigen, dass möglicherweise eine bloße Selbstoxydation des Salzes, durch den Luftzutritt hervorgerufen, jene Abnahme wenigstens teilweise bedinge, wurde eine Probe mit 0,1% formaldehydschwefligsaurem Natron + 0,05% Dikaliumphosphat ohne Algenzusatz in der eben beschriebenen Weise aufgestellt. Es zeigte sich, dass binnen 7 Tagen keine Abnahme des Reduktionsvermögens eintrat.

Jene Verminderung des Reduktionsvermögens bei den vorher beschriebenen Versuchen 1, 2 und 3 ist also auf Rechnung der Algenvegetation zu setzen. Die Algen verbrauchten das formaldehydschwefligsaure Natron — wahrscheinlich größtenteils zu ihrer Ernährung, indem sie aus dem einen Bestandteil des Salzes (CH_2O) Kohlehydrat bildeten.

Pilze traten in den sämtlichen Nährflüssigkeiten nicht auf; sie konnten also nicht zum Verbrauch der organischen Substanz beitragen. Gerade in dieser Hinsicht ist formaldehydschwefligsaures Natron besonders günstig zu derartigen Versuchen, da hier die so gern sich einstellenden Pilze fern bleiben und also das Versuchsresultat eindeutig ist.

Ganz ähnliche Versuche wurden auch mit Glyzerin angestellt; nur wurde statt des Dikaliumphosphates Monokaliumphosphat angewendet.

---

1) Siehe auch Pett. Archiv für Hygiene, 1892, S. 203.

2) Etwas Dikaliumphosphat wurde auch zugesetzt, weil das bei der Spaltung frei werdende saure schwefligsaure Natron den Pflanzen schaden konnte.

Es wurde eine Lösung hergestellt, welche 5 Tropfen Glyzerin auf 250 cc Wasser enthielt und außerdem 0,05% Monokaliumphosphat und 0,05% Chlorkalium. Die Lösung wurde wieder mit 10 g *Spirogyra nitida* beschickt und 24 Stunden stehen gelassen. Hierauf wurde mit Permanganat titriert.

Die Algen gediehen sehr gut in der Lösung und häuften Stärke in den Chlorophyllbändern an, wie verschiedene Male herausgenommene Proben zeigten.

Nach 10 Tagen wurde das Reduktionsvermögen der Flüssigkeit abermals festgestellt; es hatte bedeutend abgenommen, nämlich um 66,2%. Die Algen hatten also einen großen Teil des Glyzerins binnen 10 Tagen verbraucht.

Bei einem zweiten ähnlichen Versuch ging der Gehalt an reduzierender Substanz (Glyzerin) binnen 5 Tagen um 25,4% zurück; ohne Algen (im Kontrolversuch) fand eine Abnahme der organischen Substanz nicht statt.

Die Rechnung ergab, dass 10 g *Spirogyra nitida* (feucht gewogen) in ersterem Falle binnen 10 Tagen 168 mg Glyzerin, in letzterem binnen 5 Tagen 66,4 mg desselben verbrauchten.

Nehmen wir an, dass in 10 g feucht gewogenen Spirogyren 1 g Trockensubstanz enthalten sei, so ergibt sich, dass auf 1 g Trockensubstanz binnen 10 Tagen 168 mg Glyzerin und binnen 5 Tagen 66,4 mg Gl. verbraucht werden; bei formaldehydschwefligsaurem Natron binnen 10 Tagen 115 mg, oder (Vers. 2) 96,9 mg, oder (Vers. 3) 75,1 mg dieses Salzes.

Der Verbrauch des Glyzerins ist etwas stärker, vielleicht deswegen, weil das formaldehydschwefligsaure Natron erst gespalten werden muss, um zum Aufbau der Kohlehydrate etc. verwendet zu werden.

Wahrscheinlich ist die organische Ernährung grüner Pflanzen im Freien überhaupt eine lebhaftere als bei Laboratoriumversuchen, weil die vorhandenen Lichtmengen größer sind und die gesamten Verhältnisse sich günstiger gestalten; die Stagnation des Wassers bei Ernährungsversuchen wie den vorhin beschriebenen wirkt gewiss nicht günstig.

Immerhin können die vorhin erhaltenen Zahlen als Grundlage dienen für eine Berechnung der Ausgiebigkeit organischer Ernährung von grünen Pflanzen. Nach jenen Zahlen würden etwa 100 Tage verstreichen, bis die grüne Pflanze ebensoviel Glyzerin oder formaldehydschwefligsaures Natron verbraucht als ihre Trockensubstanz beträgt. Ferner lässt sich ausrechnen, dass 100 Kilogramm grüne Pflanzen (feucht gewogen) binnen 1 Tage etwa 100 Gramm organische Nahrung (wie Glyzerin) verbrauchen.

Vergleicht man damit die organische Ernährung der Pilze, so zeigt sich allerdings auf den ersten Blick, dass grüne Pflanzen nicht entfernt soviel organische Substanz verbrauchen (bei gleichem Gewicht

und in gleicher Zeit) wie die Pilze. Immerhin aber kommt die organische Ernährung der Chlorophyllpflanzen in Betracht, und ist dieselbe im Freien wahrscheinlich stärker als bei Zimmerbeleuchtung.

Die Pilze sind sehr große Meister in der Verwendung organischer Nahrung; so kann Bierhefe[1]), wenn sie mit Zucker und weinsaurem Ammoniak ernährt wird, im Brütkasten während 3 Tagen ihr Gewicht aufs 12fache vermehren.

(Zweites Stück folgt.)

Die Umbildungen an den Gliedmaßen der Fische[2]).

(Autoreferat).

Die Gliedmaßen zeigen bei den Fischen größere Verschiedenheiten als bei vielen anderen Tierarten, da sie den verschiedenartigsten Zwecken dienen müssen.

Die Fische benutzen ihre Flossen keineswegs ausschließlich zum Schwimmen, sondern häufig sind sie gezwungen, mit Hilfe der Flossen sich zwischen Schilf und Schlingpflanzen hindurch zu arbeiten oder am Boden der Gewässer vorwärts zu schieben. Bei einer Fischart, dem Knurrhahne (*Trigla*), sind sogar zu diesem Zwecke die drei vorderen Strahlen von dem übrigen Teile der Brustflosse abgetrennt und so gestaltet, dass sie ihrer Form nach an die Beine einer Spinne erinnern. Man kann es oft in Aquarien beobachten, wie der Knurrhahn mit diesen beinartigen Flossenstrahlen am Boden seines Behälters dahinkriecht.

In ähnlicher Weise benutzt wohl auch unser Seescorpion (*Cottus scorpio*) die drei stacheligen Strahlen seiner Bauchflossen, die ja zum Schwimmen ganz ungeeignet sind. Die Fischer der baltischen Badeorte nennen diese Strahlen geradezu „die Beine des Fisches". Man braucht sie nur nach dem Seebullen (*juhras bullis*) zu fragen, so zeigen sie ihn auf seinen „Beinen" stehend gern als eine Besonderheit des Strandes.

Einige brasilianische Welse verlassen ihre Teiche, wenn diese austrocknen, und wandern meilenweit über trockenes Land, auf die Stacheln ihrer Brustflossen gestützt, nach anderen wasserhaltigen Becken. Sie erreichen hierbei die Geschwindigkeit eines gemächlich dahinschreitenden Mannes.

Der Schlammspringer (*Periophthalmus Kölreutheri*) in Loango huscht eidechsenartig mit seinen breiten Brustflossen am Meeresufer und an Bäumen so geschwind dahin, dass er schwer zu fangen ist.

---

1) Nägeli u. Loew, Ernährungschem. d. nied. Pilze. Sitzungsber. der math.-phys. Kl., München, 5. Juli 1879, S. 307.

2) Morphol. Jahrb., XXIV, 2. Leipzig. Engelmann. 1896.

Doch nicht allein zu Wasser und zu Land, auch durch die Luft bewegen sich einige Fische mit Hilfe ihrer Flossen. Die sogenannten fliegenden Fische schnellen aus dem Meere empor und schießen bis tausend Fuß weit durch die Luft, indem sie ihre großen Brustflossen gleich Fallschirmen ausspannen. Aber die Flossen sind nich bloß Bewegungsorgane, sie werden auch oft von den Fischen zum dauernden Festhalten an den verschiedenartigsten Gegenständen benutzt. Der Schlammspringer klammert sich mit seinen breiten Brustflossen an die Zweige der erkletterten Bäume und ist im stande, durch die Kraft der Brustmuskeln seine Körperlast zu tragen. Da aber häufig die Muskelkraft nicht ausreichen würde, um im reissenden Strome oder in der brandenden Flut dauernd einen Fisch in der eingenommenen Stellung zu erhalten, so findet man bisweilen die Flossen zu Haftscheiben umgewandelt, welche den Fisch befähigen, nach Art eines Schröpfkopfes dauernd an Schiffen, Steinen und anderen Gegenständen zu haften. Ich erinnere nur an den Schiffshalter (*Echeneïs remora*).

Einige Welse Indiens besitzen derartige Haftscheiben als Hautfalten am Bauche, unabhängig von den Flossen entwickelt. Bei diesen Welsen wird die Thätigkeit der Haftscheiben von den kräftigen Stacheln der Brustflossen unterstützt, mit denen sie sich zwischen den Steinen der reissenden Gebirgsströme feststellen.

Auch das Einhorn (*Monacanthus*), ein Fisch des Roten Meeres, benutzt seinen Rückenstachel in ähnlicher Weise.

Die Hauptbestimmung der Stacheln wird aber wohl die von Schutzorganen sein. Hierfür spricht schon der Umstand, dass es Fischstacheln gibt, die genau nach Art der Giftzähne von Schlangen mit Giftdrüsen und Giftröhren versehen sind. Auch kann man es häufig beobachten, wie viele Fische ihre Stacheln beim Herannahen einer Gefahr aufrichten, z. B. unsere Stichlinge, wenn an die Wände ihrer Behälter geklopft wird.

Die Stacheln der Fische haben wohl schon frühzeitig die Aufmerksamkeit des Menschen auf sich gelenkt. Viele wilde Völker benutzen sie als Pfeilspitzen. Auch auf alten ägyptischen Wandgemälden findet man Fische dargestellt, die mit aufgerichteten Stacheln unter anderen Fischen einherschwimmen (Deir-el-Bachri, in Theben).

Oviedo und Las Casas, die bekanntlich zu Anfang des 16. Jahrhunderts lebten und Amerika zur Zeit seiner Entdeckung beschrieben, berichten über ein kleines spannenlanges Fischchen, von den Spaniern Reverso genannt, welches mit seinen aufgerichteten Rückenstacheln die größten Fische so erfolgreich angreift, dass die Indianer Cubas und Espanolas es zum Fischfang benutzen, indem sie es an einer dünnen, aber starken Schnur, die am Ende einen Schwimmer trägt ins Meer lassen.

Obgleich uns diese Erzählung nicht sehr glaubwürdig erscheint, so wäre es doch nicht undenkbar, dass ein kleiner, mit Giftstacheln bewaffneter Fisch, z. B. *Thalassophryne*, welcher in der That in jenen Gegenden lebt, größere Fische angreift und tötet.

In der neueren Zeit sind von den verschiedensten Beobachtern Kämpfe geschildert, in denen ein Fisch den anderen mit seinem Stachel durchbohrt und tötet.

Bei Lütken findet sich hierüber folgende Angabe: „Ein Brasilianer hat Dr. Lund erzählt, dass er einmal sah, wie ein kleiner Wels seinen Bruststachel in den Körper eines viel größeren Fisches stieß. Der Fisch machte einen Sprung aus dem Wasser, geriet auf das Trockene und wurde zugleich mit dem Wels gefangen, der fest an ihm hing.

Es handelt sich wohl in solchen Fällen teils um die Kämpfe werbender Männchen unter einander, teils um Kämpfe, welche die Männchen zu bestehen haben, wenn sie die im Neste befindlichen Jungen bewachen. Diese „Brutpflege“ kann man häufig an unserem Stichlingen im Mai und Juni beobachten.

Da der Fisch während einer solchen Wache seine Waffen, die Stacheln, oft lange Zeit hindurch ununterbrochen aufgerichtet zu erhalten hat, so müssen die Stachelmuskeln nicht selten so sehr ermüden, dass der Fisch seine Waffen sinken läßt und nun seinen vielen Feinden gegenüber vollständig schutzlos ist.

Es war mir z. B. ganz undenkbar, dass ein Stichling seine Stacheln stundenlang mit seinen Muskeln aufrecht erhalten kann. Ich vermutete daher, dass gewisse Anordnungen und Vorrichtungen den Muskeln das Aufrechthalten der Stacheln erleichtern. Zahlreiche Untersuchungen, die ich hierüber an den verschiedensten Fischarten anstellte, bestätigten meine Vermutung.

Zunächst erkannte ich, dass gewisse auffallende Stellungen der Flossenstrahlen, die bisher nicht recht verständlich waren, den Zweck haben, das Aufrechterhalten der Strahlen zu erleichtern.

Richtet man z. B. die Rückenflosse eines Barsches auf, so bemerkt man, dass die vordersten Strahlen derselben stark nach vorn geneigt sind, offenbar weil es den Muskeln leichter ist, einen schräg nach vorn gerichteten Stachel gegen den Druck des Wassers beim Schwimmen zu erhalten, als einen senkrecht stehenden. Auch die Masten der Schiffe sind ja hauptsächlich nur deshalb nach hinten gerichtet, damit den Tauen das Halten der Masten erleichtert wird, wenn das Schiff vor dem Winde segelt.

Jedenfalls haben die Barsche einen recht sicheren Schutz in ihren stacheligen Flossenstrahlen. Erfahrene Angler schneiden dem Barsch die Rückenflosse ab, bevor sie ihn als Köder an die Hechtangel legen.

Da viele stacheltragende Fische Nester bauen und dieselben bewachen, so vermutete ich auch von den Barschen Aehnliches. Ich konnte jedoch keine Angaben in der Litteratur hierüber auffinden und wandte mich daher mit einer Anfrage an den Leiter der Fischzüchtereien des Fürsten Schwarzenberg in Wittingau (Böhmen), an Herrn Josef Susta.

Dieser war so freundlich, mir folgende Antwort zu erteilen:

„Zu Ihrer Bemerkung, dass stacheltragende Fische eine Brutpflege haben, kann ich mitteilen, dass auch der Barsch und der Zander ihre Brut, wie der Vogel seine Jungen im Neste pflegen. Deswegen habe ich auch die Leichgruben, welche die Zander mit dem Schwanze schlagen, Nester genannt. Wie erbittert setzen sie sich zur Wehr, wenn ein anderes Tier oder die Menschenhand in ihre Nähe kommt."

Wenn man bedenkt, wie scheu sonst diese Fische vor der Menschenhand fliehen, so will diese Beobachtung viel bedeuten.

So sehr die Neigung der Strahlen nach vorn, das Aufrechterhalten der Flossen erleichtert, so gering erscheint doch diese Erleichterung gegenüber gewissen Sperrvorrichtungen, welche den Fisch befähigen, vollständig ohne Muskelthätigkeit seine Stacheln aufrecht zu erhalten. Beim Einhorn findet sich eine solche Sperrvorrichtung, ein kleiner keilförmiger Knochen, der von dem Fische hinter den Gelenkkopf des aufgerichteten Stachels geschoben wird.

Den arabischen Fischerknaben ist diese Sperrvorrichtung wohl bekannt, sie haben es oft erfahren, dass sie das Einhorn nur dann aus seinem Felsloch ziehen können, wenn sie einen kleinen Flossenstrahl, hinter dem großen Rückenstachel, niederdrücken und so den großen Stachel umlegen.

An den zahlreichen Arten des Einhornes und Balistes findet man Uebergangsformen, welche beweisen, dass dieser kleine „Sperrknochen" nichts anderes ist als das Gelenkende eines rückgebildeten zweiten Flossenstachels.

An diesem Sperrgelenke der Balistinen wird also das Feststellen des Stachels dadurch bewirkt, dass zwischen zwei Gelenkteile ein dritter Teil nach Art einer „Sperrklinke" geschoben wird.

Noch bemerkenswerter erscheint eine Reihe von Sperrvorrichtungen, welche ohne Sperrklinke die Feststellung von Stacheln bewirkt. Bei ihnen kommt die Sperrung durch Reibungswiderstände zu stande. Besonders deutlich tritt dieses an vielen Welsen hervor und auch an unserm Stichling (*Gasterosteus*), der einen sehr sicheren Schutz an seinen feststellbaren Stacheln besitzt.

Obgleich er so klein ist, verschont ihn doch der gefräßige Hecht wegen seiner feststellbaren Stacheln, während er den großen Karpfen trotz seiner scharfen, gezähnelten Stacheln ganz ungestraft verschlingt.

Wären die Stacheln der Karpfen mit solchen Sperrvorrichtungen versehen, wie die Stacheln der Stichlinge, so würde der Hecht im Karpfenteich kein sehr angenehmes Leben haben.

Die Betrachtung der Lebensverhältnisse des Stichlings weisen darauf hin, wie sehr er seiner Stacheln bedarf. Freilich der Barsch und der Hecht büßen es oft mit dem Leben, wenn sie einen Stichling verschlingen; der Lachs und Dorsch jedoch verschlingen ihn ohne Schaden. Die größte Gefahr jedoch droht ihm von den Müttern seiner Kinder. Stets bemüht, ihre eigenen Kinder zu verschlingen, stürmen sie vereint unablässig auf das Nest los, in dem sie der sorgsame Vater bewacht, und nur zu häufig unterliegt dieser den Folgen seiner Vielweiberei.

Um diesen vielseitigen Angriffen zu begegnen, sind aber auch die Stacheln der Stichlinge mit Gelenkvorrichtungen versehen, die einen sehr ausgiebigen Gebrauch derselben ermöglichen. Blitzartig schnell richtet ein Stichling seine Stacheln auf, wenn er gereizt wird, und stundenlang kann er sie ohne die geringste Muskelanstrengung aufrecht erhalten. Hiervon überzeugt man sich leicht, wenn man die aufgerichteten Stacheln eines getöteten Stichlings niederzulegen versucht.

Drückt man gegen die Spitze des Stachels, so gelingt es nicht, ihn niederzulegen, drückt man dagegen mit der Spitze einer Nadel genau auf einen bestimmten Punkt vorn an seinem Gelenkende, so kann man ihn ohne Schwierigkeiten niederlegen. Diese überraschende Thatsache wird erst verständlich, wenn man das Gelenk des Stachels genauer betrachtet und seine Hemmvorrichtung mit denen anderer Fischarten vergleicht. Es gibt deren sehr verschiedenartige, und einige von ihnen sind so schwer zu lösen, dass ich in einigen größeren Museen oft kleine Fische in sehr großen Behältern fand, weil man nicht im stande gewesen war, durch Niederlegen ihrer Stacheln ihnen Eingang in Glasgefäße zu verschaffen, die ihrer Größe entsprachen.

Es gelang mir, alle vorgelegten Stacheln niederzulegen, nur an einer japanischen Fischart scheiterte meine Kunst. Ich konnte es aber dafür anatomisch nachweisen, warum der Fisch allein im stande ist, mit Hilfe seiner Muskeln diesen Stachel niederzulegen.

Leider kann ich hier nicht weiter auf alle diese höchst bemerkenswerten Vorrichtungen eingehen, an denen man oft die schwierigsten mechanischen Probleme in so einfacher Weise gelöst findet, dass man anfangs oft gar nicht recht an diese Lösung glauben will. Ich muss hier schon auf eine Beschreibung derselben verzichten, weil ich nur mit Hilfe meiner künstlichen Nachbildungen [1]) dieser Gelenke und durch Vorlegung der Gelenke selbst mich verständlich machen kann. Die

1) Diese Nachbildungen sind in Handlungen für Lehrmittel zu einem geringen Preise käuflich.

Stacheln, an denen diese Gelenke sitzen, bilden meist den vordersten vergrößerten Strahl einer Flosse. Häufig sind die übrigen Strahlen hinter diesem vergrößerten Strahle sehr bedeutend geschwunden, ja manchmal fehlen sie vollständig, so dass der Stachel ganz vereinzelt dasteht. In solchen Fällen ist die Hemmvorrichtung am Gelenke des Stachels in besonders hohem Grade entwickelt, z. B. beim obenerwähnten Stichlinge.

Auch die knöchernen Träger eines solchen Stachels zeigen eine bedeutend größere Festigkeit als die schlanken Flossenträger. Durch Anbildung knöcherner Stützen und Streben sind Knochengerüste entstanden, an deren Material und Stützung selbst anspruchsvolle Ingenieure wenig aussetzen würden.

Dieselbe Entstehung fester Knochengerüste aus schlanken, halb verknöcherten Stäben und Platten kann man auch an den Trägern jener Stachelbildungen beobachten, die nicht aus Flossen hervorgehen, z. B. an den Stacheln der Kiemendeckel des Flughahns (*Dactylopterus volitans*).

Auch an diesen auffallend langen, spitzen Stacheln bemerkt man Vorrichtungen, die das Aufrechterhalten derselben dem Fische erleichtern. Die Gelenkköpfe der Stacheln sind von entsprechenden knöchernen Hohlkörpern umschlossen, so dass bei den Bewegungen des Stachels Einklemmungen entstehen, wenn der Stachel nicht genau in seiner Drehebene geführt wird. Der Fisch kann die Reibungswiderstände, welche mit diesen Einklemmungen einhergehen, beliebig steigern, wenn er den Stachel feststellen will, und abschwächen zum Niederlegen des Stachels. Am getöteten Fische ist man im stande, diese Reibungswiderstände willkürlich hervorzurufen und zugleich Reibungsgeräusche zu erzeugen, die weithin hörbar sind und an das Zirpen der Heuschrecken erinnern.

Wir sehen also, dass die Gliedmaßen der Fische auch als Lautorgane dienen können. Von mehreren zuverlässigen Forschern wird sogar angegeben, dass zahlreiche Fische durch Erzeugung von Lauten sich mit einander verständigen können. Der Däne Sörensen bezeichnet diese Laute geradezu als Signale der Fische unter einander.

Wie der Gesang der Vögel zur Zeit ihrer Werbung lauter ertönt als sonst, so sollen auch die Fische zur Laichzeit ganz außergewöhnlich laut mit ihren Stacheln knarren. Sie prangen dann in den grellsten Farben. Der Zoologe sagt: „Sie ziehen ihr „Hochzeitskleid“ an“.

Ich erinnere hier nur an die im Mai und Juni sehr auffallend gefärbten Männchen unserer Stichlinge, welche bei den Straßenjungen den schönen Namen „Könige der Stichlinge“ führen. Auch die Kampfsucht der Fische ist zur Laichzeit im höchsten Grade gesteigert. Wütend fahren sie mit ihren Zähnen und Stacheln auf einander los.

Daher gilt also auch von den Gliedmaßen der Fische, was ein englischer Forscher von den Insekten sagt: „Ihre Gliedmaßen zeigen Bildungen, welche ein Männchen befähigen, das andere beim Werben zu besiegen, durch ihre Kraft, Kampfsucht, Zierraten oder Musik!“

Als Zierraten dienen den Fischen bei der Werbung nicht bloß ihre Färbungen, sondern auch gewisse fadenförmige und gelappte Anhänge der Flossen, die nach einigen Forschern bei vielen Männchen mehr ausgebildet sind als bei den Weibchen. Diese höchst seltsamen Flossenbildungen sind an unseren einheimischen Fischen kaum wahrnehmbar. Ein Blick jedoch in Brehms Tierleben oder auf jene Abbildungen der Tiefseefische, welche man ja häufig in allen illustrierten Zeitschriften findet, zeigen die abenteuerlichsten Formen derselben.

Im Gegensatze zu diesen höchst auffallend vergrößerten Flossen finden wir an einigen Fischarten einzelne Flossen fast ganz geschwunden.

Am Einhorn z. B. sind die Bauchstacheln beider Seiten mit einander verwachsen und zu einem kleinen rauhen Höcker zusammengeschrumpft, den man gar nicht als Nachbleibsel einer Flosse betrachten würde, wenn nicht der Fisch mit seinen Muskeln denselben hin und her bewegen könnte.

Diese geschrumpften Stacheln sitzen aber an einem sehr bedeutend vergrößerten Träger, welcher einen langen, leicht gekrümmten Knochen bildend, die Bauchhöhle von unten her umschließt. Das Einhorn kann ihn hin und her bewegen wie den Hebel eines Blasebalges und so durch Erweiterung seiner Bauchhöhle den Magen zu einem Luftsacke aufblähen, den es zur Atmung benutzt.

Diese bisher unbekannte Thatsache konnte ich durch Einblasungen von Luft in den Rachen des Einhorns feststellen. Ich erkannte hiebei, dass am Einhorn die Bildung jenes Luftsackes beginnt, der bei nahen Verwandten des Einhornes, den Kugelfischen, jedem Beschauer so sehr auffällt.

Wir sehen also, dass unter geeigneten Bedingungen aus Stachelträgern Vorrichtungen entstehen können, die der Atmung dienen.

Ich hoffe, der Leser wird nach den obigen Darlegungen zugeben, dass die Gliedmaßen bei den Fischen größere Verschiedenheiten zeigen, als bei vielen anderen Tierarten.

Die Fische können also mit ihren Flossen schwimmen, kriechen, stehen, weite Wanderungen zu Lande unternehmen, laufen, auf Bäume klettern, fliegen und dauernd sich „mit klammernden Organen“ an die verschiedensten Gegenstände halten.

Sie können mit ihren totbringenden Stacheln selbst größere Feinde fernhalten. Sie können aber auch an ihren Stacheln das Strenge mit dem Zarten vereinen. Sie erzeugen mit den Gelenken ihrer Stacheln

weithin hörbare Laute, durch welche Männchen und Weibchen einander locken.

Es gibt Fische, deren Gliedmaßen den größten Teil der erwähnten Fähigkeiten besitzen, während nahe Verwandte derselben sozusagen nichts gekriegt haben.

Es kann z. B. auffallen, dass man an einigen Arten sehr bedeutend entwickelte Stacheln findet, während Glieder derselben Familie vollständig weiche Flossen ohne Stacheln zeigen. Auffallen kann es, wenn die Stacheln bei einigen Fischen in der frühesten Jugend sehr groß sind und im mittleren Lebensalter oft fast ganz schwinden. Das zeigt sich an vielen Oceanfischen, die der berühmte dänische Forscher Lütken beschrieben hat.

Es zeigt sich, wenn auch in geringerem Grade, an dem obenerwähnten Flughahn (*Dactylopterus*). Bei diesem sind in der frühesten Jugend die Stacheln der Kiemendeckel fast halb so lang wie der ganze Fisch. Am erwachsenen Flughahn beträgt dagegen die Länge eines Kiemendeckelstachels kaum $^1/_8$ der Gesamtlänge des Fisches.

Zahlreiche Beobachtungen haben uns gelehrt, dass Körperteile, die nicht gebraucht und geübt werden, sich allmählich verkleinern und schließlich sogar ganz eingehen.

So findet man bei Fischen, die in dunkeln Höhlen leben, die Augen geschwunden. Bei Eidechsen, die ihre Beine wenig benutzen und hauptsächlich durch Schlangenwindungen sich vorwärts bewegen, z. B. bei der Blindschleiche, sind nur noch Spuren von Beinen vorhanden.

Daher ist wohl auch anzunehmen, dass die Stacheln des Flughahnes sich verkleinern, weil dieser seine ererbten Stacheln nur wenig benutzt; denn überall auf der Welt gilt das Goethe'sche Wort:

„Was Du ererbt von deinen Vätern hast,
„Erwirb es, um es zu besitzen".

Die Ergebnisse

meiner Untersuchungen an den Flossen und Stacheln der Fische lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Die Stacheln der Fische sind:
   a) Gehwerkzeuge,
   b) Stützvorrichtungen,
   c) Waffen,
   d) Lautorgane.

2. Bei der Umbildung von Flossen in Stacheln traten an „den Gelenken und Trägern derselben Aenderungen ein, die a) eine festere Stützung bewirken, b) das Aufrechterhalten der Stacheln erleichtern.
   a) Die festere Stützung wird durch Verwachsungen, Verknöcherungen und Richtungsänderung der Stützen bewirkt. Sie besteht also in einer Aenderung des Stoffes und der

Stützungsverhältnisse, die nach statischen Gesetzen erfolgen.

b) Die Erleichterung des Aufrechterhaltens der Stacheln wird durch Umbildungen der Gelenkflächen und Anbildungen von Knochenfortsätzen geschaffen, die den Gesetzen der Mechanik entsprechen.

3. Diese Umbildungen von Flossen in Stacheln zeigen folgende Fischarten:

a) Karpfen, Karausche, Brachs, Schleie, Barben.
b) Die Welsarten (*Synodontis*, *Arius*, *Bagrus?*).
c) Die Barscharten (*Percu*, *Acerina*, *Amphacanthus*).
d) Stichlinge (*Gasterosteus*).
e) Triacantus (*Acanthopleurus serratus*, *Triacanthus*).

4. Die Rückbildung von Stacheln zeigen:

a) *Balistes*, *Monacanthus*.
b) *Chorinemus*.
c) *Ramphosus*, *Centriscus*, *Amphisile*.
d) *Calamostoma*, *Acanthurus*, *Naseus*.
e) Die Welsarten (*Schilbe*, *Silurus glanis*, *Silurus asotus*, *Malapterurus electricus*.

5) An den *Plectognathen* findet man

a) Umbildungen von Flossen zu Stacheln (*Acantopleurus*, *Triacanthus*, *Balistes*).
b) von Stachelträgern zu Vorrichtungen die der Atmung dienen (*Balistes*, *Monacanthus*, *Triodon*).

6. Die erweiterte Speiseröhre der Gymnodonten kann, vergleichend anatomisch, als eine unentwickelte Schwimmblase betrachtet werden. Sie ermöglicht die Aufnahme von Sauerstoff durch die Kiemen.

7. Die Verwachsung der oberen Schlundknochen und Kiemenspalten bei den Plectognathen, Welsen, Cobitis erleichtern das Aufnehmen von Luft in den Darmkanal.

8. Alle diese Umbildungen finden ihre Erklärung bei Betrachtung der Lebensbedingungen der Fische und bei Berücksichtigung der statischen und mechanischen Verhältnisse ihrer Gliedmaßen.

9. Der Begriff der Abstammung und Vererbung wurde in dieser Arbeit absichtlich weniger in den Vordergrund gestellt, als es im Allgemeinen zu geschehen pflegt. Es wurde sogar an einigen Stellen darauf hingewiesen, dass nahe Verwandte große Verschiedenheiten der Formen und Leistungen ihrer Gliedmaßen zeigen können. Man vergleiche z. B. nur die verschiedenen Welsarten mit einander.

Es sollte ja gerade in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden, wie sehr die Form der Gliedmaßen von ihrem Gebrauch abhängt, wie sehr ererbte Eigenschaften unter wechselnden Lebensbedingungen sich ändern können.

Gerade an den Gliedmaßen tritt es besonders deutlich hervor, dass ererbte Formen und Eigenschaften nur bei ausreichendem Gebrauche, ausreichender Uebung zur Entwickelung gelangen, und dass sogar entwickelte, ererbte Fähigkeiten verloren gehen, wenn ihr Gebrauch aufhört. Z. B. die Gliedmaßen von Eidechsen, die ihre Beine wenig benutzen und sich durch Schlangenwindungen vorwärts bewegen, finden wir verkleinert, ja oft sogar ganz geschwunden.

Wir erkennen so, dass alle Tiere ihre ererbten Formen und Leistungen nur dann ausbilden und erhalten, wenn sie dieselben durch ununterbrochenen Gebrauch immer wieder erwerben. [4]

Dr. med. **Otto Thilo** (Riga).

Margherita Traube-Mengarini, Osservazioni ed esperienze sulla permeabilità della pelle.

Rend. Accad. dei Lincei. Classe d. scienze fis. etc. Vol. V. 1. Sem. Serie 5. fasc. 1. Rom. 5. Jan. 1896.

Die Verf., über deren frühere Untersuchungen über die Permeabilität der Haut im 18. Bd. dieser Zeitschrift, S. 30, berichtet ist, stellt in ihrer neuen Mitteilung verschiedene Beobachtungen über dasselbe Thema zusammen. Zunächst weist sie darauf hin, dass eine wirkliche osmotische Permeabilität der lebenden Haut, wie sie im Experiment an der toten nachgewiesen ist, schon deshalb nicht bestehen kann, weil dann z. B. alle im Süßwasser lebenden Tiere aufschwellen, alle im Meere lebenden zusammenschrumpfen müssten. Doch gibt es Tiere, die eine solche permeable Hülle haben, nämlich Parasiten, die in einer Lösung von immer gleichem osmotischem Druck leben. An einem solchen, dem in der Kloake des Frosches parasitierenden Infusor *Opalina* hat Verf. die Beobachtung gemacht, dass es sich leicht und vollständig im Leben mit Eosin durchtränkt, wenn man es in eine eosinhaltige, ihm zusagende Flüssigkeit bringt. Es ist dementsprechend höchst empfindlich gegen jede Konzentrationsänderung der es umgebenden Lösung. Alle anderen Infusorien und Amöben, sind dagegen wie schon bekannt von einer impermeablen Schicht umgeben. Nur an der Mundöffnung derselben kann Osmose stattfinden und dementsprechend färben sich, wenn man ein solches Infusor in eine Eosinlösung bringt, zunächst nur die Nahrungsvakuolen. Verf. beobachtete einige Ausnahmen von dieser Regel, z. B. dass sich der starre Stiel der Vorticellen färbt, während der kontraktile immer ungefärbt bleibt. Sie hält den starren Stiel und ähnliche sich färbende Oberflächengebilde für halbtote, aus dem Stoffwechsel ausgeschaltete Teile.

Ganz entsprechend findet bei Metazoen nur im Darmtraktus Osmose statt, an der Haut gar nicht. Frösche, die man ganz in gefärbtes Wasser setzt, sodass sie es auch verschlucken, färben sich langsam durch und durch; setzt man sie aber so hinein, dass das Maul außen bleibt, so färbt sich nur die oberste Epithelschicht. Diese ist vollständig, wie Fließpapier, durchdringbar. Die tieferen Schichten aber sind vollständig undurchdringlich wie Kautschuk, falls nicht unter hohem Druck Substanzen hinein-

gepresst werden (Quecksilber) oder die eindringenden Substanzen zunächst mit diesen Schichten sich chemisch verbinden (Jod).

Diese Undurchdringlichkeit der normalen Haut ändert sich freilich unter sehr abnormen, schädlichen Einflüssen. So verlieren Frösche, die man in 5 proz. Kochsalzlösung setzt, bedeutend an Gewicht, indem Wasser aus ihnen nach den Gesetzen der Osmose hinausdiffundiert. Unter solchen Bedingungen wurde also die Haut unvollständig permeabel. Analog müssten auch Menschen in Mineralbädern etwas Wasser aus der Haut verlieren, und dieser Wasserverlust könnte auf die Hautzirkulation und dadurch auf den Gesamtorganismus zurückwirken. [7]

Werner Rosenthal.

Armand Gautier, Die Chemie der lebenden Zelle.

Autorisierte Uebersetzung. 8. 130 Stn. 11 Abbildungen. Wien, Hartlebens Verlag, 1897.

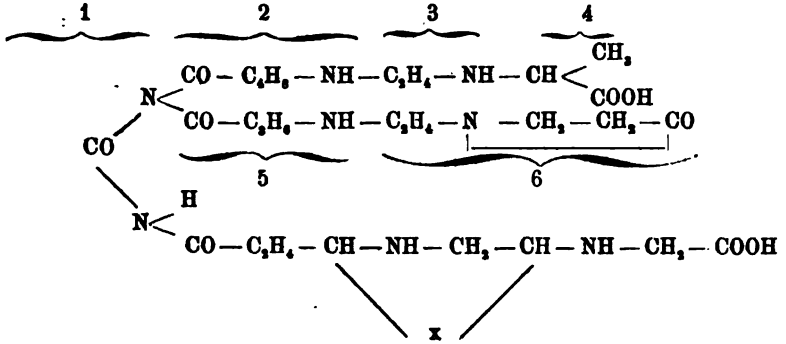
Das Buch, das uns in deutscher Uebersetzung vorliegt, gibt in ganz kurzer und sehr übersichtlicher Darstellung ein Bild, wie man sich die Entstehung der verschiedenen Sekretions- und Exkretionsstoffe eines Organismus, speziell des Elementarorganismus der Zelle zu denken hat. Gautier stellt als die für den Chemismus der Zelle wesentlichen Bestandteile die Granula dar, von denen jedes gewissermaßen ein besonderes Organ repräsentiere. Wenigstens ist bereits nachgewiesen, dass die Produktion von Chlorophyll, Stärke oder Hämoglobin an ganz bestimmte Granula gebunden sein kann. Die einzelnen Granula muss man sich dann wieder zusammengesetzt denken aus verschiedenen Eiweißmolekeln, und jedes Radikal einer Eiweißmolekel entspräche einem Unterorgan; bei der Kompliziertheit der Molekel kann man sich so leicht die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Zellstoffwechselprozesse erklären.

Der leitende Gedanke in dem Buche, den der Verfasser immer und immer wieder hervorhebt, ist der, dass das eigentliche Zellleben, die ursprünglichen Synthesen und Spaltungen, in Reduktions- und Hydratationsprozessen bestehen, dass die früher wegen ihrer Augenfälligkeit stets besonders in den Vordergrund gestellte Oxydation aber erst sekundär eingreife und in ihren Wirkungen viel einförmiger sich gestalte. Diesen Gedanken hat Gautier sehr ausführlich und sehr fesselnd in einem Vortrag behandelt, der schon 1894 in diesem Blatte veröffentlicht ist, und auf den wir verweisen.

In dem vorliegenden Werk wiederholt Gautier aber nicht bloß die Begründung für seine Ansicht, sondern er gibt auch ein Bild der Entstehung der einzelnen Stoffwechselprodukte auf dem Wege der Reduktion und Hydratation, das er besonders mit Hilfe der Schützenberger'schen hypothetischen Eiweißmolekel, deren Formel wir hier verkürzt wiedergeben, sehr anschaulich gestaltet.

(Siehe nächste Seite.)

Die wesentlichen Spaltungsprodukte des Eiweißes sind nun: 1. diejenigen, die noch den Eiweißcharakter gewahrt haben, wie die Peptone, nur eine nachweislich viel kleinere Molekel haben und vielleicht bloß durch hydrolytische Spaltung aus eigentlichem Eiweiß entstehen. Dazu gehören weiter die Diastasen, Toxalbumine, Impfstoffe und ein Teil der Pigmente, 2. die Amidokörper, wie Leucin, Tyrosin, Glykokoll und Lysin (siehe Gruppe 2 und 5 der Formel: $C_4H_8—NH_2—COOH$ und $C_2H_6—NH_2—COOH$).



Wie aus einem solchen besonders komplizierten Amidokörper durch einfache Hydratation z. B. die Entstehung von Kohlehydraten zu stande kommen kann, erläutert Gautier am Chondromucoid, das aus dem mit verdünnten Alkalien behandelten Knorpel in Lösung geht. Durch immer wieder erfolgende hydrolytische Spaltung entsteht aus ihm zuerst Chondroitsäure; diese spaltet sich in Chondroitin und Schwefelsäure, das Chondroitin zerfällt zu Chondrosin und Essigsäure, und aus Chondrosin wird schließlich Glykuronsäure und Glykosamin, beide den Kohlehydraten ganz nahe verwandte Körper. 3. organische Basen, diejenigen Verbindungen, aus deren Existenz Gautier zuerst auf das Vorkommen von Reduktionsprozessen im tierischen Körper schloss. Die Entstehung aus Eiweiß durch einfache Hydratation ist in Gruppe 3 und 6 ersichtlich [$C_2H_4 - NH_2 - OH$ und $C_2H_6 - NH - C_2H_4 - OH + CO_2$]; Schützenberger bekam auch wirklich bei der Behandlung von Eiweiß mit Barytwasser bei 200° Stoffe, wie β-Glykoproteine und Hydroproteinsäuren, aus denen sich sehr starke Basen, z. B. Tetramethylenamin, abspalten ließen. Gautier teilt die Basen in Neurin-, Kreatin- und Xanthin-Leukomaine, in unbestimmte Leukomaine, wie Protamin und Spermin, und rechnet endlich hierher auch die Ptomaine. 4. die Ureide, Verbindungen, die das Harnstoffradikal enthalten [siehe Gruppe 1: $CO(NH_2)_2$], 5. Kohlehydrate, deren Entstehung aus Eiweiß Gautier z. B. für Glykogen und Inosit als nachgewiesen ansieht, 6. Fette und 7. Körper der aromatischen Reihe, wie Tyrosin, Hippursäure, Indol, Scatol.

Diese Spaltungsprodukte werden nun teils unverändert ausgeschieden, teils greift sie jetzt der Sauerstoff an und verwandelt ihre potentielle Energie in kinetische. So entsteht der Harnstoff teilweise erst durch Oxydation von Ureiden, wie der Harnsäure; die Kohlehydrate werden einesteils direkt oxydiert, zum andern Teil werden sie im Muskel in Milchsäure, Kohlensäure und Alkohol übergeführt, und zum dritten Teil werden sie durch eine Art Gärung unter CO_2- und H_2O-Abspaltung in Fett verwandelt. Das Fett wird dann endlich nach Verseifung im Blute verbrannt, zum Teil aber auch unverändert durch die Haut ausgeschieden.

Der Genuss dieser übersichtlichen Darstellung wird leider außerordentlich beeinträchtigt durch die mehr wie liederliche deutsche Uebersetzung. Von dem keineswegs stets einwandsfreien deutschen Satzbau wollen wir gar nicht reden. Aber um die Berechtigung unserer Ansicht, dass die Uebersetzung ganz verständnislos angefertigt ist, zu erhärten, wollen wir nur einige gröbere Verstöße zitieren; S. 57 und 58: Ammoniumcarbonat statt carbaminsaures Ammonium; S. 61: Glykokollsäure statt Glykocholsäure; S. 65: Mesenterial-

ganglien statt Mesenterialdrüsen; S. 87: alkoholinisiertes Wasser; S. 124: tauchen wir eine Nadel in einen lebenden Muskel. Außerdem sind zahllose Druckfehler vorhanden: Pyrosin statt Tyrosin; Manin statt Alanin; Quinolein statt Chinolin etc., und die Formeln sind ebenso oft falsch wie richtig gedruckt (statt N steht z. B. in der Hauptformel W). Wer das sehr empfehlenswerte Buch lesen will, wird wohl besser thun, zur französischen Ausgabe zu greifen. [9]

R. H.

Preisausschreiben des internationalen zoologischen Kongresses.

Bei der vierten Vereinigung des internationalen zoologischen Kongresses, welche im September 1898 unter dem Vorsitz von Sir William Flower, R. S. zu Cambridge (England) stattfinden wird, soll über

1. den Preis S. M. des Czaren Alexander III
2. den Preis S. M. des Czaren Nicolaus II

Entscheidung getroffen werden.

Das permanente Komité des Kongresses schreibt hierfür folgende Preisaufgaben aus:

Für den ersten Preis: Eine Studie über die Wiederkäuer Centralasiens vom zoologischen und geographischen Standpunkt.

Für den zweiten Preis: Anatomische und zoologische Monographie einer Gruppe mariner Invertebraten.

Die einzureichenden Arbeiten, Manuskripte oder seit dem September 1895 gedruckte Abhandlungen, müssen in französischer Sprache geschrieben sein und vor dem 1. Mai 1898 an den Präsidenten des Komité's eingesendet werden. Zugelassen zur Bewerbung sind alle Zoologen mit Ausnahme derer, welche dem Lande angehören, in welchem die nächste Vereinigung des Kongresses stattfinden wird. Ausgeschlossen sind also diesmal Naturforscher aus Grofsbritannien und Irland, nicht aber aus den überseeischen englischen Kolonien (Indien, Australien, Canada etc.).

Die Preise bestehen, nach Wahl der Preisträger, aus einer Geldsumme oder einer Denkmünze von gleichem Wert.

Die Prüfung der eingelaufenen Arbeiten wird erfolgen durch eine Kommission bestehend aus den Herren A. Milne-Edwards (Paris), Präsident; R. Blanchard (Paris), Sekretär; Sir William Flower (London); F. A. Jentink (Leyden); R. B. Sharpe (London); Th. Studer (Bern) und N. Zograf (Moskau). Um die Arbeit der Kommission zu erleichtern wird gebeten von gedruckten Werken mehrere Exemplare einzusenden.

Die Namen der Preisgekrönten werden in feierlicher Sitzung proklamiert werden; die Auslieferung der Preise wird durch die „Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschaften" zu Moskau, welche die Fonds verwaltet, erfolgen.

Der Sitz des permanenten Komité's des Kongresses ist zu Paris, 7 Rue des Grands-Augustins.

Dr. Raphaël Blanchard,
General-Sekretär.

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen . Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. Januar 1897.** **Nr. 2.**

Inhalt: **Bokorny**, Ueber die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur (2. Stück). — **Bryhn**, Beobachtungen über das Ausstreuen der Sporen bei den Splachnaceen. — **Wallengren**, Zur Kenntnis der Gattung *Trichodina*. — **Schenkling**, Mutmaßlicher Farbenwechsel der Vogelfeder ohne Mauser.

Ueber die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur.

Von Dr. **Th. Bokorny**.

(Zweites Stück.)

III. Bedeutung der organischen Ernährung grüner Pflanzen für diese selbst und für die übrige Natur.

Es ist zweifellos erwiesen, dass Pflanzen, die mit Chlorophyllfarbstoff ausgerüstet sind, aus Kohlensäure ihren Kohlenstoffbedarf ausschließlich decken können; denn solche Pflanzen gedeihen auch auf einem Nährboden oder in einer Nährflüssigkeit, welche keine Spur von organischer Substanz enthält.

Nichtsdestoweniger darf angenommen werden, dass von außen zugeführte organische Nahrung vorteilhaft ist. Dafür spricht der Augenschein und die physiologische Ueberlegung.

Ich konnte bei meinen Versuchen über organische Ernährung von Wasserpflanzen oft beobachten, dass die Pflanzen sich schöner entwickelten als bei bloßer Kohlensäurenahrung. Nur müssen die Spaltpilze fern gehalten werden, die sich so gerne in Lösungen organischer Stoffe einfinden; sie schädigen die grünen Pflanzen, indem sie ihnen die Nahrung und den Sauerstoff wegnehmen und giftige Stoffe produzieren.

Auch die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass organische Nährflüssigkeiten gute Wirkung ausüben; in den Zellen kommt mehr Stärke zur Ablagerung als bei bloßer Kohlensäurenahrung.

Dass auch der Stickstoff, in Form organischer Verbindungen dargeboten (z. B. als Amidokörper) günstig wirkt, wurde schon oben hervorgehoben. Kulturen von Mais gedeihen nach Bässler besser, wenn ihnen der Stickstoff in Form von Asparagin dargeboten wird als in Form von Nitrat.

Weil organische Nahrung günstig wirkt, sehen wir auch oft Pfützen mit viel organischer Substanz ungewöhnlich stark mit Wasserpflanzen besetzt. Diese vermehren sich hier viel stärker als in reinem Wasser.

Viele Zellen im Körper einer chlorophyllführenden Pflanze sind zeitlebens auf organische Ernährung angewiesen; nämlich alle jene Zellen, welche in Folge Chlorophyllmangels die Kohlensäure nicht zu assimilieren vermögen. Aus solchen Zellen besteht der Stamm zum großen Teil, die Wurzel ausschließlich, ebenso die Staubgefäße, Samenknospen, Samen etc. Solchen Organen muss von den Blättern oder von Reservestoffbehältern aus organische Nahrung zugeführt werden, damit sie wachsen und atmen können. Die Zufuhr geschieht in Form von Zucker, Asparagin und andern Amidokörpern; aus diesen Substanzen müssen die chlorophyllosen Zellen einer grünen Pflanze ihre Cellulose, Stärke, Eiweißstoffe aufbauen.

Der Vorgang der organischen Ernährung findet also normaler Weise innerhalb des Körpers der Chlorophyllpflanze statt, auch wenn gar keine organische Nahrung von außen dargeboten wird. Die in der Pflanze setbst gebildeten wasserlöslichen organischen Stoffe, wie Asparagin, Traubenzucker, Rohrzucker vielleicht auch organische Säuren, dienen hier zur Nahrung.

Werden dieselben Stoffe oder andere kohlenstoffhaltige nährfähige Substanzen von außen zugeführt, so finden diese natürlich auch Verwendung, sofern sie nur in die Pflanze einzudringen vermögen. Denn es ist gar nicht einzusehen, warum die schwierige Synthese aus Kohlensäure gelingen soll und die aus organischen Verbindungen nicht. Die Kohlensäure muss erst reduziert werden zu dem Stoffe CH_2O und dieser erst kann durch einen Kondensationsvorgang zu Kohlehydrat werden. Die Reduktion der Kohlensäure aber ist eine so schwierige chemische Arbeit, dass die Pflanze nur mit Hilfe des Lichtes sie verrichten kann.

Wie oben ausgeführt ist von mehreren organischen Substanzen erwiesen, dass dieselben zur künstlichen organischen Ernährung grüner Pflanzen dienen können.

Auch in der Natur kommt eine Ernährung durch von außen zugeführte organische Stoffe sicherlich oft zu Stande. Wenn in einer Wasservegetation, z. B. in der Decke von Wasserlinsen (*Lemna*), welche sich oft auf Gräben und Weihern bildet, ein Teil der Pflanzen abstirbt, so gelangt durch Austritt von organischen Stoffen aus den abgestorbenen Zellen organische Nahrung in das Wasser; zweifellos kommt dieselbe

den noch lebenden *Lemna*-Pflänzchen zu gute. Aehnlich verhält es sich mit den mannigfaltigen Algenvegetationen, die unsere süßen Gewässer besiedeln; an der einen Stelle und in der einen Algenart stellt sich ein allmähliches Absterben ein, indem die Ernährungsbedingungen hier ungünstig geworden sind; andere Arten kommen desto kräftiger auf und machen sich die aus dem absterbenden Pflanzen herausdiffundierende organische Nahrung zu Nutzen. Auch abgestorbene Wassertiere werden hier ihren Beitrag leisten.

Manche Algen, wie die Vaucherien, scheinen sogar beständig organisch ernährt zu werden; denn man findet nie einen *Vaucheria*-Rasen, der nicht im Innern zahlreiche abgestorbene Tiere: Würmer, Asseln u. dergl. enthält. Die *Vaucheria*-Fäden umspinnen offenbar die Tierleiche und ernähren sich von ihr.

So verhält es sich jedenfalls auch mit den Wiesen- und Ackerpflanzen. Wie mannigfache Pflanzen- und Tierreste, abgestorbene Wurzeln, Rhizome, Insekten etc. stecken in der Erde und durchtränken dieselbe mit organischen Stoffen! Viele derselben werden freilich sofort von Bakterien und Schimmelpilzen erfasst und verarbeitet werden. Ein anderer Teil aber bleibt den grünen Pflanzen vorbehalten und dient zu deren Ernährung.

Man darf sich offenbar die Kohlenstoff-Ernährung grüner Pflanzen nicht mehr so einseitig vorstellen, wie es früher der Fall war. Nicht nur die Kohlensäure liefert den Chlorophyllpflanzen Kohlenstoff, sondern es beteiligen sich hieran zahlreiche Kohlenstoffverbindungen, organische Stoffe aller Art. Auch den Stickstoff beziehen die grünen Pflanzen zum Teil aus organischen Verbindungen. Beide Ernährungsweisen die unorganische und organische gehen beständig neben einander her; in welchem Grade die letztere neben der ersteren eine Rolle spielt, hängt von den Umständen ab.

Ausnahmsweise können grüne Pflanzen sogar ausschließlich von organischer Nahrung leben, wie meine oft Wochen andauernden bei Kohlensäureausschluss angestellten Versuche zeigen. Nach Klebs kann man Zygnemaceen sogar ein halbes Jahr lang bei Rohrzuckernahrung im Dunkeln, also bei völligem Ausschluss der Kohlensäureernährung, lebendig erhalten.

Die organische Ernährung kann auch bei Ausschluss von Licht vor sich gehen, wenn auch das Licht nicht gleichgiltig für das Zustandekommen derselben ist. Hieraus geht von neuem die Nützlichkeit der organischen Nahrung hervor; sie kann von grünen Pflanzen auch verwendet werden, wenn die hereingebrochene Nacht eine Kohlensäureassimilation unmöglich macht oder wenn dieselbe durch schlechtes Tageslicht nur in geringem Maße vor sich geht.

Man ersieht, dass die Fähigkeit organische Stoffe zu verwenden, den grünen Pflanzen manchen Vorteil darbietet.

Eine nicht unwichtige Rolle spielen die grünen Pflanzen auch bei dem merkwürdigen Vorgange der „Selbstreinigung der Flüsse".

Die Selbstreinigung der Flüsse ist eine seit Jahrzehnten feststehende Thatsache. Durch v. Pettenkofer und seine Schüler wurde dieselbe bezüglich der Isar wiederholt konstatiert. Im Winter 1890 ergab die Untersuchung des Isarwassers einige Stunden unterhalb München 1,64 mg Sauerstoffverbrauch im Liter bei Titration mit übermangansaurem Kalium, oberhalb Münchens 1,37 mg. Der Gehalt an organischer Substanz war also nach Eintritt der Abwasser Münchens fast ebenso gering wie vorher. Aehnlich ist es nach Hulwa mit der Oder ober- und unterhalb Breslaus. Die Seine, der Tiber, die Elbe sind ebenfalls Beispiele für die Selbstreinigung der Flüsse.

Hierbei handelt es sich zum Teil um gelöste organische Stoffe, welche durch die Lebensthätigkeit von Organismen, Bakterien, Diatomeen, Chlorophyllophyceen und andern Algen, Blütenpflanzen, vielleicht auch von niederen Tieren wie Infusorien aus dem Wasser entfernt werden; die organischen Stoffe werden in der Zelle entweder veratmet (oxydiert) oder zum Aufbau von Pflanzensubstanz wie Stärke, Fett, Cellulose, Eiweiß etc. verwendet.

In Vorstehendem wurde gezeigt, dass nicht bloß Pilze sondern auch chlorophyllführende Pflanzen im Stande sind, organische Verbindungen zu verwenden, sich davon zu ernähren. Speziell von den Fäulnisprodukten, also denjenigen Stoffen, um die es sich bei der Selbstreinigung der Flüsse hauptsächlich handelt, konnte Verf. nachweisen, dass sie Verwendung finden. Es sind das: Milchsäure, Glycocoll, Essigsäure, Leucin, Tyrosin etc. Auch der Harnstoff, das stickstoffhaltige organische Exkret der höheren Tiere, kann zur Ernährung grüner Pflanzen dienen.

Der Verbrauch der organischen Stoffe durch die Pflanzenvegetation kann auf dreierlei Weise nachgewiesen werden: 1. Durch Konstatierung des Stärkeansatzes in den Zellen. 2. Durch Bestimmung der Trockensubstanzzunahme in den Pflanzen. 3. Durch titrimetrische Messung der Abnahme der organischen Substanz in der Nährflüssigkeit. Alle 3 Methoden wurden vom Verf. bei verschiedenen Substanzen probiert und führten zu demselben Resultate, nämlich dass die organische Substanz der Nährflüssigkeit verbraucht wird.

Nun wird von mancher Seite behauptet, dass im Flusse selbst meist keine Chlorophyllpflanzen enthalten seien.

Nach Schenk[1]) soll das fließende Wasser des Rheinstromes keine stationären Algen enthalten, sondern nur „die Formation der zahllosen mikroskopischen Wasserbakterien". Der größte Teil des Rhein-

1) Ueber die Bedeutung der Rheinvegetation für die Selbstreinigung des Rheines. Centralbl. f. Gesundheitspflege, 1893.

bettes von der Mitte bis zur Uferzone soll fast vegetationslos sein; nur eine einzige kleine Alge, die zu den Florideen gehörige *Chantransia chalybaea* Fr. fand sich an tieferen Standorten bei ungefähr 4 m Tiefe, „dürfte aber in der Mitte des Stromes fehlen"; ferner waren dort Diatomeen an den Steinen festgewachsen. Die „Hauptmasse der Algenvegetation" ist auf eine schmale Uferzone beschränkt. Die langen Uferstrecken des Rheines, welche von Steinmauern eingefasst sind, sind von einer dünnen Algenschicht überzogen, bestehend aus *Oscillaria membranacea* und Diatomeen; ferner kommt dort allgemein *Cladophora glomerata* vor. Kiesige flache Geröllufer haben auf den Steinen Schwammüberzüge von Diatomeen, auch wohl Oscillarien tragen sie, an größeren Steinen finden sich auch *Cladophora*-Räschen. Sandige Uferstrecken sollen vegetationslos sein bis auf größere festliegende Steine, die Algenüberzüge zeigen. „Besondere Standortsbedingungen sind bei größeren Uferstädten unterhalb der einmündenden Abwassersielen gegeben. Das stark verunreinigte Wasser ist hier die Bedingung für die massenhafte Ansiedlung der Fadenspaltpilze, vor Allem *Beggiatoa alba*, in geringerer Masse *Cladothrix dichotoma*, zu denen im Winter auch die Saprolegnien *Septemitus lacteus* Ag. hinzukommen kann. Die Beggiatoen bilden je nach der Menge des einfließenden Schmutzwassers mehr oder weniger weit flussabwärts sich hinziehende schleimige Ueberzüge am Ufergrund, in einer mehrere Meter breiten Zone und einige Meter tief hinabgehend, um dann allmählich aufzuhören. Die übrige Algenvegetation bleibt an solchen Orten außerdem bestehen, *Cladophora glomerata* aber entschieden in kümmerlicher Entwicklung, da die verzweigten Büschel sich dicht mit Fadenbakterien, Schlammpartikelchen, Diatomeen verfilzen. *Ulothrix* und *Stigeoclonium* (Algen) gedeihen ganz gut an solchen Orten. Mitten in der schleimigen Fadenbakterienmasse leben von Algen nur Diatomeen, meistens Arten von zugespitzten oder langgestreckten Formen, *Synedra oxyrhynchus* und *Nitzschia acicularis* z. B. in großer Masse.

Was die assimilierenden Algen anbelangt, so kann H. Schenk „nicht der Ansicht M. v. Pettenkofer's beistimmen, dass sie eine bedeutende Rolle spielen".

Dass die Wasserbakterien, die im Flusse selbst und die des Flussrandes, Anteil an der Befreiung des Flusses von gelöster organischer Substanz haben, braucht nicht bewiesen zu werden; desgleichen, dass die Bakterien die wichtigste Rolle spielen, solange der Gehalt des Wassers an organischer Substanz ein sehr hoher ist; erst wenn dieser unter eine gewisse Grenze gesunken ist, können Algen wachsen.

Zwischen denjenigen Konzentrationen, bei welchen ausschließlich Pilze oder ausschließlich Algen im verunreinigten Flusse wachsen, liegt eine solche, welche Wasserbakterien, besonders Beggiatoen und Algen nebeneinander aufkommen lässt. So konnten Pfeifer und

Eisenlohr[1]) in der Isar Beggiatoen-Rasen in größerer Ausdehnung von München bis Garching (etwa 14,5 km unterhalb München) auffinden; von da an nicht mehr, sondern nur Algen. Ausschließliche Pilzvegetation trifft man nur bis einige hundert Schritte unterhalb der Sielenmündung; dann stellen sich bereits Algen ein neben Pilzen.

Dass die festsitzende Pflanzenvegetation in erster Linie am Rande der Flüsse auftritt, ist wohl begreiflich; denn im Innern des Flusses fehlt es oft an der den Pflanzen nötigen Ansatzstelle und manchmal auch an Licht (bei größerer Tiefe und Trübung des Flusswassers). Am Boden des Flusses können sich keine Pflanzen ansiedeln, wenn derselbe beweglich (sandig) ist. Finden sich in demselben große unbewegliche Steine und ist die Tiefe und Trübung des Wassers nicht so groß, dass das Licht keinen Zutritt hat, so können sich Vaucherien, Cladophoren u. dergl. ansiedeln, auch bei raschem Laufe; denn die Vaucherien werden oft in reißendem Mühlwasser angetroffen.

Uebrigens enthält das Flusswasser wohl immer auch Pflanzenorganismen, wie Diatomeen, schwebend. Ein Versuch, von O. Loew und Verf. vor einigen Jahren angestellt, zeigte, dass in der Isar, weit vom Ufer entfernt, freischwimmende Diatomeen in ziemlicher Anzahl sich vorfinden. Man stellt die Anwesenheit derselben am besten in der Weise fest, dass man einige Liter Wasser an einem vom Ufer weit entfernten Stelle schöpft und dann die Organismen durch Zusatz eines Giftes (Chloroform, Salzsäure u. dgl.) tötet. Nach 24stündigen Stehen haben sich die abgestorbenen Diatomeen zu Boden gesetzt. Nun hebt man das obere Wasser vorsichtig ab, nimmt dann von dem Rückstand $^1/_2$ kcm Wasser heraus und zählt die Diatomeen unter dem Mikroskop; das wiederholt man mehrmals.

Ist der Fluss tief und läuft er in sandigem Bett, so werden wohl die im Wasser schwebenden Diatomeen die einzigen chlorophyllführenden Bewohner der Flussmitte sein.

Bei seichtem Wasser und festem Boden aber finden sich zahlreiche festgewachsene Wasserpflanzen ein, wie auch der Rand der Flüsse immer mit solchen besetzt ist. Langsam fließende oder fast stillstehende Wasser lassen natürlich eine andersartige Vegetation aufkommen als raschlaufende.

Blütenpflanzen sollen nach K. Schenk im Rheinstrome bei Bonn und Köln so gut wie vollständig fehlen, weil sie in Folge der starken Strömung in dem beweglichen Substrat des Uferbodens weder keimen noch aus angeschwemmten Sprossen sich anwurzeln können; während sie in den Nebenflüssen des Rheines, z. B. Sieg und Ahr, oft in großen flutenden Polstern vegetieren (*Batrachium*, *Potamogeton*, *Callitriche*, *Myriophyllum*). Vereinzelt sah er kümmerliche Exemplare

1) Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. Archiv f. Hygiene, Bd. XIV, 1892, S. 90.

von *Potamogeton pectinatus* am Bonner Ufer angeschwemmt und angewurzelt. Nur in den gegen den Strom abgeschlossenen Wasserbecken des Ufers, in den Häfen, fand er mancherlei submerse und schwimmende Gewächse vor, im Hafen von St. Kunibert *Potamogeton crispus*.

Für den Rhein scheinen also phanerogame Wasserpflanzen nur geringe Bedeutung zu haben.

Dasselbe ist auch bei der Isar der Fall, soweit die Beobachtungen des Verfassers reichen.

In den Nebenflüssen des Rheines hingegen treten sie, wie oben erwähnt in großen flutenden Polstern auf; desgleichen im Main und in den Nebenflüssen desselben (Regnitz), ferner in zahllosen Bächen und kleinen Flüssen.

Von festsitzenden Algen kommt in raschfließenden Gewässern oft *Hydrurus* vor. v. Pettenkofer[1]) berichtet darüber Folgendes: „Von Flussbauten an der Isar kamen nur Exemplare einer Gallertalge als vermeintliches Zeichen der Flussverunreinigung unter der Bezeichnung Würmer vor. Prof. Dr. Radlkofer fand aber, dass die Würmer nur eine Algenart, *Hydrurus* (Wasserschweif) und zwar *Hydrurus penicillatus* Agardt waren. Von dieser Art, wie von den Arten dieser Gattung überhaupt, welche alle einen widrigen Geruch besitzen und von manchen Autoren alle nur als Formen einer einzigen Art unter dem Namen *Hydrurus foetidus* Vaucher zusammengefasst werden, wird angegeben, dass sie Bewohner der schnellfließenden Bäche und Flüsse, namentlich der Gebirgsbäche sind.

Sehr häufige Süßwasserbewohner sind ferner die allbekannten Armleuchtergewächse, Characeen, welche die höchste Stufe unter den Algen einnehmen; sie bilden oft ausgedehnte untergetauchte Wiesen in unsern Gewässern.

Von den Chlorophyceen sind *Cladophora* (in zahlreichen Arten), *Vaucheria*, *Ulothrix*, *Oedogonium* etc. sehr verbreitet. *Vaucheria* tritt in unsern fließenden Gewässern sehr häufig auf, manche Arten in reißendem Wasser; sie besteht aus grünen Schläuchen, die in der Regel reich verzweigt und nicht gegliedert sind; botanisch ist sie insofern interessant, als sie eine der ersten Algen war, an denen Sexualität aufgefunden wurde. Auch in der Isar kommt sie vor; O. Loew und Verf. fanden sie vergesellschaftet mit *Cladophora* am Rand des Fußes, auf den Randsteinen festgewachsen, wenige hundert Schritte unterhalb des Einflusses der Siele. *Vaucheria*-Rasen zeigen in der Regel Tierkadaver, Asseln, Würmer etc. in großer Zahl eingeschlossen, wodurch eine organische Ernährung wahrscheinlich wird; sie ist vielleicht ebenso tierverzehrend, wie dies von den insektivoren Phanerogamen, *Drosera*,

1) Arch. d. Hygiene, 1892, S. 271, Zur Selbstreinigung der Flüsse.

Aldrovanda, *Sarracenia*, *Nepenthes* u. a. allgemein angenommen wird (O. Loew).

Aus der Gruppe der Florideen ist hier zu erwähnen die *Chantransia chalybacea* Fr., welche Schenck oberhalb Köln in einer Entfernung von ca. 10 m vom Ufer in einer Tiefe von ca. 4 m im Rhein beobachtete. Sie bildet kleine, mehrere Millimeter im Durchmesser haltende blaugrüne Räschen, die zerstreut auf den Bodensteinen sitzen. *Batrachospermum* ist eine nur selten auftretende Süßwasserfloridee.

Unter den Conjugaten sind *Spirogyra* und *Zygnema* bekannte Bewohner des süßen (stehenden oder langsam fließenden) Wassers. Sie haben viel zu Versuchen über organische Ernährung gedient.

Euglenen, welche halb Infusorium und halb Alge sind, gehören zu den allerverbreitetsten Süßwasserbewohnern der Erde; in jedem Sumpf, fast in jeder Wasseransammlung, die einige Tage auf den Straßen steht, finden sich Arten und meist in außerordentlicher Individuenzahl. Die Euglenen sind in ihrem Leben auch an keine Jahreszeit gebunden, sondern vegetieren in gleicher Weise in allen. Während bei zahlreichen Organismen, besonders pflanzlichen, der Entwicklungsgang in einem bestimmten Rhythmus abwechselnder Lebensthätigkeit und Ruhe verläuft, dem innere Ursachen zu Grunde liegen, besitzen die Euglenen keinen Ruhezustand, der für ihren Lebensgang notwendig wäre; nur äußere Bedingungen gebieten ab und zu Ruhe und bringen das Leben wieder in Fluss (Klebs).

Die Euglenen können bei Lichtabschluss nach Klebs Wochen lang in fauligem Wasser leben, wobei sie sich organisch ernähren.

Unter den Diatomeen befinden sich ebenfalls zahlreiche Bewohner des Süßwassers, wie *Navicula cryptocephala* (in der Isar), *N. cuspidata*, *N. amphisbaena*, *Nitschia*, *Diatoma*, *Synedra*, *Cymbella* etc. Sie beteiligen sich wahrscheinlich lebhaft an der Reinigung der Flüsse von gelöster organischer Substanz; manche, wie *Nitzschia acicularis* Sm. kommt sogar gerne an stark verunreinigten Wasserstellen neben den Pilzen (*Beggiatoa* etc.) vor.

Auch Oscillariaceen (Spaltalgen) mögen das ihrige zur Vertilgung organischer Verunreinigung beitragen. Sie bilden schwimmende Rasen, die aus unverzweigten dicht gegliederten Fäden bestehen, und haben entweder blaugrüne oder schwarze Farbe. Jeder Rasen umschließt Schlamm, wie man beim Herausnehmen aus dem Wasser sofort bemerkt. Unter dem Mikroskop zeigen die Fäden, namentlich bei entsprechend höherer Temperatur, regelmäßige ruckweise oder pendelartige schwingende Bewegungen. Am Rheinufer fand H. Schenk besonders *Oscillaria membranacea* Kg. vor. Während des ganzen Jahres zeigt sie sich überall verbreitet auf allen festliegenden Ufersteinen.

Genannte Wasserpflanzen sind wohl alle im Stande, organische Nahrung zu verarbeiten, und werden dies in ausgiebigem Maße thun,

wenn sie größere Ansiedlungen bilden. v. Pettenkofer schreibt hierüber[1]): „In der Isar oberhalb und unterhalb München schwimmen überall solche Pflanzen, wie Diatomeen, Spirogyren, Oscillarien, Zygnemen, Euglenen etc. oder sitzen an Steinen und Wurzeln im Flusse fest, über welche das Wasser strömt. Ich sah Anfangs März d. J. 40 km oberhalb München, in Tölz, im Flusse an beiden Ufern große grüne Strecken, wie eine von der Schleimalge *Hydrurus* auf dem Grunde gebildete Wiese, während die Isar an diesem Tage krystallhell darüber floss. Dieselben Algen finden sich auch von München bis 33 km flussabwärts in Freising, und finden sich ebenso im Lech und in der Wertach ober- und unterhalb Augsburg in reichlicher Menge".

„Ich bin überzeugt, dass die thatsächlich bestehende Selbstreinigung der Flüsse, die allerdings durch bloße Sedimentierung der suspendierten Teile und durch Oxydation der organischen Stoffe durch den im Wasser absorbierten Sauerstoff bisher nur sehr unvollständig erklärt werden konnte, zum größten Teil auf dem vegetativen Leben im Wasser beruht, geradeso wie die Vegetation auf dem Lande einen verunreinigten Boden, einen gedüngten Acker zu reinigen vermag"[2]).

Die Verunreinigung der Flüsse wird meist weder zu groß noch zu gering sein, um durch Pflanzenvegetation zu verschwinden. Denn in Lösungen, welche 0,1 % organische Stoffe enthalten, gedeihen Wasserpflanzen sehr gut. Die Verunreinigung der Isar z. B. beträgt aber beim niedrigsten Wasserstand nur 0,0006 %, was eine erstaunliche Verdünnung der Nährstoffe ist.

Loew führt Thatsachen an, dass aber auch bei erstaunlich großen Verdünnungen noch Nährstoffe von den Algen aufgenommen werden. Die im Flusswasser kaum nachweisbaren Spuren von Phosphaten findet man reichlich in ihrer Asche, und den Jod- und Bromgehalt des Meerwassers hat man auch erst entdeckt, als man die Asche der Meeresalgen untersuchte, in welcher sich die Spuren von Jod- und Bromsalzen, welche das Meerwasser enthält, so sehr anhäufen.

Dass selbst bei sehr großer Verdünnung organische Stoffe von den lebenden Algenzellen aufgenommen werden, zeigen die Versuche von Pfeffer, welcher fand, dass Methylenblau noch in einer Verdünnung von 0,001 % von Algen und andern Pflanzenteilen absorbiert wird, wobei sich blau gefärbte, oft krystallisierte Ausscheidungen im Zellsafte bilden[3]). Die Grenze der Verdünnung für die Absorption ist überhaupt noch nicht festgestellt.

Man darf also annehmen, dass die Wasserpflanzen bei der „Selbstreinigung" der Flüsse einen Anteil haben, indem sie die gelösten

1) Archiv d. Hygiene, Bd. XII, S. 270.
2) Ebenda S. 269.
3) Bot. Zeitung, 1886, Nr. 6.

organischen Substanzen (Fäulnisprodukte und andere) in sich aufnehmen und im Ernährungsprozess verarbeiten.

Man hat früher und jetzt versucht, andere Ursachen für die Selbstreinigung der Flüsse zu finden.

So hat man vermutet, die Bewegung des Wassers werde die Reinigung vollziehen helfen, und Versuche, die in München unter Pettenkofer's[1]) Leitung angestellt wurden, schienen diese Vermutung zu rechtfertigen. Pettenkofer setzte Sielwasser in einer kreisförmigen Blechrinne, deren Boden mit Sand bedeckt war, in Drehung. Der Keimgehalt dieses Sielwassers wurde nach verschiedenen Zeiten wiederholt bestimmt und es ergab sich eine Abnahme der Keime nach 60 Stunden auf 0,25% der ursprünglichen Menge. Aber spätere Versuche von Schmidt[2]), durch Schütteln pathogene Keime anzutöten, hatten keinen Erfolg, und beim obigen Versuch von Pettenkofer fand ein gleichzeitiges Sedimentieren an den Wänden der Blechrinne durch Centrifugalkraft statt, derselbe kann daher gleichfalls nichts für die bakterientötende Wirkung des bewegten Wassers beweisen. Hingegen hat man in dem Sonnenlichte einen wirklichen Feind des Bakterienlebens gefunden. Nach den Versuchen mehrerer Forscher besitzt das Licht bakterientötende Kraft; das wurde bei verschiedenen Bakterienarten konstatiert.

Die Reinigung von gelöster organischer Substanz hat man zum Teil auch auf den im Wasser gelösten Sauerstoff geschoben; aber wohl mit Unrecht; denn die hier in Betracht kommenden organischen Stoffe werden meist von gewöhnlichem Sauerstoff gar nicht angegriffen; z. B. Essigsäure, Glyzerin, Zucker, Glycocoll. Ich habe 0,1prozentige Lösungen solcher Stoffe Wochen lang bei reichlichem Luftzutritte stehen lassen, ohne dass ein Verbrauch derselben zu konstatieren war. Nur wenn lebende Organismen, Bakterien, Schimmelpilze, oder Algen und andere grüne Pflanzen hineingelangen, wird die organische Substanz verbraucht. Die Bakterien eignen sich zum Verbrauche derselben besonders dann, wenn hohe Konzentrationen obwalten, wie beim Einfluss der Siele in den Fluss; hier treten nur Pilze auf, keine grünen Pflanzen. Ist die Verdünnung eine starke, 0,1% oder weniger, so können auch grüne Pflanzen auftreten und an dem Verbrauch der organischen Stoffe sich beteiligen. Nur wenige organische Stoffe werden von grünen Pflanzen in erheblicher Konzentration, etwa in 1prozentiger und stärkerer Lösung ertragen und verwertet; Zuckerlösungen dürfen sogar in 5—10prozentiger Lösung zur Einwirkung gelangen; sie werden in den chlorophyllführenden Zellen verarbeitet, es wird Stärke gebildet.

Gerade bei sehr hohen Verdünnungen der organischen Substanz aber, wie sie bei der Flussverunreinigung durch Einleiten des Siel-

1) Deutsche mediz. Wochenschrift, 1891, Nr. 47.

2) Arch. f. Hyg., Bd. 13.

wassers oft herbeigeführt werden (starke Konzentration herrscht nur an der Einflussstelle selbst), erscheinen die grünen Wasserbewohner, Algen und Blütenpflanzen, besonders geeignet, in den Reinigungsprozess einzugreifen. Die grünen Pflanzen sind nicht wie die Pilze auf reichliche Zufuhr organischer Substanz angewiesen; sie können ihren Kohlenstoffbedarf auch durch Kohlensäureassimilation decken, sie verarbeiten organische Nahrung nur sozusagen nebenbei, wenn sie ihnen dargeboten wird; sie verfallen nicht dem Hungertode, wenn die organische Nahrung ausbleibt oder durch reichlich gefallenen Regen zu stark verdünnt wird, um ausgiebig ernähren zu können. In der grünen Wasservegetation erblicken wir also einen langsamen aber sicheren Verzehrer der organischen Abfallstoffe, die in den Fluss gelangen.

Die Bakterien haben bei der Selbstreinigung der Flüsse hauptsächlich die Aufgabe, die suspendierten organischen Teile, Fragmente tierischen oder pflanzlichen Ursprunges, in Lösung zubringen, was auch jüngst wieder von H. Jaeger[1]) hervorgehoben wurde. „Wir werden nach meiner Ansicht nicht fehlgehen, wenn wir den Bakterien hauptsächlich die Thätigkeit zuschreiben, dass sie suspendierte organische Stoffe angreifen und zunächst in Lösung bringen. Dafür spricht namentlich die schon erwähnte Thatsache, dass sie mit den suspendierten Stoffen niedersinken. Aber gerade wie auf einem gedüngten Acker das durch die Bakterien eingeleitete Ausfaulen ohne nennenswerte Geruchsbelästigung von Statten geht, so vollbringen auch die Bakterien im Fluss diese Aufgabe in diskreter Weise, wenn nicht die zu bewältigenden Stoffe eine maßlose Menge erreichen".

„Die Bakterien vermögen die Prozesse der Selbstreinigung nur anzubahnen, nicht zu vollenden. Die weitere Lösung des Rätsels zu finden, dazu hat nun wiederum Pettenkofer den richtigen Weg gewiesen, indem er schon im Jahre 1891 auf einen Vorgang hinwies, der die Selbstreinigungsvorgänge im Kleinen illustriert".

„Bekanntlich kann man bei Aquarien die Beobachtung machen, dass es durchaus nicht notwendig ist, das Wasser häufig oder in dauerndem Wechsel durch frisches zu ersetzen, sondern dass es genügt, wenn man konstant einen Luftstrom durch das Wasser hindurchleitet: obgleich die Tiere ihre Exkremente in das Wasser entleeren, obgleich ihnen ihr Futter hineingeworfen wird, bleibt das Wasser Monate lang klar und geruchlos. Eine Verdünnung des mehr und mehr Unreinigkeiten aufnehmenden Wassers findet nicht statt, auch bleibt der Boden des Aquariums rein, es setzt sich kein Schlamm auf demselben ab. Wir haben hier also eine Selbstreinigung in sehr vollkommener Art

1) Naturwissenschaftliches und Sanitäres über Flussverunreinigung und Selbstreinigung unserer Gewässer. Württ. mediz. Korr.-Blatt, 1896.

vor uns, denn offenbar verschwinden die unreinen faulfähigen Stoffe aus dem Wasser. Wird keine Luft mehr zugeführt, dann trübt sich bald das Wasser durch Entwicklung von Bakterien und es kommt zu wahrnehmbarer Fäulnis in demselben. So war es denn klar, dass die gewaltige Kraft des Alles-Zerstörers und Alles-Belebers, des Sauerstoffes, für das Zustandekommen auch dieses Riesenreinigungswerkes wesentlich mit in Anspruch genommen ist. Der Gedanke lag ja sehr nahe und ist auch keineswegs neu: er taucht schon bei Plinius auf, und die englische Kommission for preventing the pollution of rivers, welche ihren Bericht 1869 abgegeben hat, war dieser Frage experimentell und mittels Beobachtung an Flussläufen näher getreten: es wurden Sielwasser in verschiedenem Verhältnis mit Reinwasser versetzt, bei starkem Luftzutritt heftig bewegt und sodann bestimmt, wie viel an gelöstem Sauerstoff verschwand, aber das Resultat war merkwürdigerweise kein befriedigendes, die Oxydation der organischen Substanz ging äußerst langsam von statten. Auch die Beobachtungen an den Flüssen fielen häufig den erwarteten Ergebnissen direkt zu widerlaufend aus: man fand in flachen Gewässern, wo die Wassermenge ausgiebige Berührung mit Luftsauerstoff haben musste, häufig nur geringe selbstreinigende Kraft, dagegen in tiefen engen Flussbetten ein rasches Verschwinden der organischen Substanzen.

Dieser Misserfolg der Experimente und Beobachtungen der englischen Kommission wird uns jetzt verständlich; die Kommission hatte die biologischen Verhältnisse außer Acht gelassen und es ist das Verdienst Pettenkofer's und seiner Schüler, des Rätsels Lösung gefunden zu haben: Dass die Selbstreinigung von statten gehe, dazu bedarf es der Mitwirkung der gesamten Flora und Fauna des Wassers und je reicher und mannigfaltiger die Formen um so größer — ceteris paribus — die selbstreinigende Kraft".

„Auf die reichliche Zuführung organischer Substanz muss die Natur veranlasst werden durch erhöhte Produktion organischer Gebilde zu antworten; wie es bei der Düngung der Felder gelingt, durch reichliche Zuführung organischer Substanzen den Boden anzuregen zu gesteigerter Produktion, so muss auch die selbstreinigende Kraft der Flüsse einer Erhaltung ja Steigerung fähig sein durch Ueberwachung und Pflege ihrer gesamten biologischen Vorgänge, des Verhältnisses ihrer durch die Bakterien eingeleiteten regressiven Stoffmetamorphose zur progressiven von den Chlorophyllpflanzen unterhaltenen".

Die Bedeutung der organischen Ernährung grüner Pflanzen im Haushalte der Natur darf nicht unterschätzt werden, wie sich aus Vorstehendem ergibt.

Fürs erste gedeiht die Pflanze selbst durch Zufuhr organischer Nahrung; dann wird die ganze Umgebung der grünen Pflanzen durch ihre organische Ernährung mächtig beeinflusst. In der Ackererde ver-

mindert sich hiedurch die organische Substanz, auch die Produkte der Fäulnis, wie Essigsäure, Glycocoll, werden so wieder in den Pflanzenorganismus übergeführt und damit aus dem Boden entfernt. Die Flüsse endlich erfahren durch die grüne Pflanzenvegetation eine stete Reinigung, welche darauf hinzielt, dass die organischen Stoffe sich nicht zu sehr im Wasser anhäufen können.

IV. Ueber die chemischen Vorgänge bei der organischen Ernährung grüner Pflanzen.

Bei der Kohlensäureernährung findet nach A. v. Baeyer zunächst eine Reduktion des Stoffes H_2CO_3 zu H_2CO statt; es wird Formaldehyd gebildet, welcher sich zu Zuckermolekülen kondensiert; beides geschieht unter dem Einfluss des lebenden chlorophyllhaltigen Protoplasmas und des Lichtes, in toten Zellen und bei Abwesenheit von Licht kann die Synthese nicht stattfinden. Die Pilze sind nicht fähig Kohlensäure zu assimilieren, weil ihnen das Chlorophyll mangelt.

Verf. hat sich früher[1]) bemüht, auf experimentellem Wege einen Beweis für die Richtigkeit der Baeyer'schen Hypothese aufzufinden, indem er Formaldehyd und formaldehydabspaltende Substanzen den grünen Pflanzen zur Ernährung darbot. Freier Formaldehyd erwies sich als sehr giftig und darum unbrauchbar; schon Lösungen von 1 : 20000 sind tötlich für die Pflanzenzellen. Methylal und formaldehydschwefligsaures Natron aber, beides Substanzen, aus denen sich leicht Formaldehyd abspalten lässt, erwiesen sich als Nährsubstanzen, aus denen Algen leicht Stärke bilden; damit war der Nachweis geliefert, dass grüne Pflanzen den Formaldehyd in Kohlehydrat umwandeln. Für den andern Teil der Theorie, wonach Kohlensäure in CH_2O verwandelt wird unter dem Einfluss von Zelle, Licht und Chlorophyll, konnte ein experimenteller Beweis bis jetzt nicht erbracht werden.

Da die grünen Pflanzen eine so große Gewandtheit in der Kohlensäureassimilation besitzen (1 qm Blattfläche assimiliert in 10 Std. 3—5 g Tr. S.) da ferner den lebenden Zellen eine große Oxydationskraft zukommt, so liegt der Gedanke nahe, dass die oben als ernährend aufgeführten organischen Substanzen zuerst zu Kohlensäure oxydiert oder dass aus ihnen (z. B. bei den organischen Säuren) Kohlensäure abgespalten wird, welche dann wie bei dem gewöhnlichen Assimilationsprozess zum weiteren Aufbau von Kohlehydraten dient. Es würde damit die organische Ernährung in die Bahnen geleitet, welche von der grünen Pflanze bei der ihnen so geläufigen Kohlensäureernährung eingeschlagen werden.

Gegen diese Annahme lassen sich aber folgende Einwände erheben: Fürs erste fehlt bis jetzt der Nachweis, dass eine solche weitgehende

1) Der chem. Vorgang bei der Kohlensäureassimilat. Habil. Schr., Erlangen 1888, und diese Zeitschrift, Bd. XII, S. 481.

Oxydation oder Zerspaltung vor sich geht. Zweitens ist es unerlaubt, ohne direkten Beweis anzunehmen, dass die Pflanzenzelle auf Umwegen ihr Ziel erreicht. Warum soll dieselbe das Weinsäure-Molekül, COOH—CHOH—CHOH—COOH, zuerst zu Kohlensäure oxydieren, nachdem die zur Synthese brauchbare Atomgruppe CHOH schon zweimal im Molekül enthalten ist? Die beiden Endgruppen COOH mögen ja vielleicht zu CO_2 werden und dann dem gewöhnlichen Assimilationsprozess unterliegen.

Ferner ist von manchen organischen Stoffen, wie dem Glyzerin und Zucker, erwiesen, dass dieselben auch bei Lichtabschluss in Stärke verwandelt werden können; im Dunkeln kann aber die Kohlensäure bekanntlich nicht assimiliert werden.

Auch die Pilze ernähren sich ja von organischen Stoffen, wiewohl sie die Kohlensäure nicht zu assimilieren vermögen.

Wenn es sich aber nicht so verhält, dass die organischen Substanzen zuerst zu Kohlensäure oxydiert werden, welche dann der Assimilation dient, so entsteht weiterhin die Frage, wie denn sonst so verschiedenartige Verbindungen wie die oben aufgeführten alle zu ein und demselben Endprodukt Stärke umgewandelt werden.

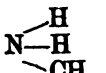
Diese Frage fällt aber zusammen mit der Frage der Pilzernährung. Die Pilze verstehen es ja, organische Verbindungen der verschiedensten Art in diejenigen Stoffe zu verwandeln, welche zum Aufbau ihres Protoplasmaleibes und ihrer Zellwand dienen. Wie fangen es die Pilze an?

O. Loew weist in seinem Aufsatz über die chemischen Fähigkeiten der Bakterien[1]) auf 3 Substanzen hin, welche ohne Gifte zu sein, nicht zur Ernährung der Pilze dienen können, nämlich 1. das Glyoxal, 2. das Tetramethylglykol, 3. das Aethylendiamin. Nach 2 Wochen erwiesen sich die Lösungen dieser 3 Stoffe als völlig klar und frei von Bakterien. Er knüpft daran folgende Erörterungen:

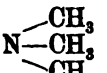
„Offenbar müssen bei der Eiweißbildung aus verschiedenem Material zunächst bestimmte Atomgruppen durch oxydative und spaltende Thätigkeit (in einzelnen Fällen auch durch oxydierende Vorgänge) hergestellt werden, ehe die Eiweißbildung beginnen kann. Diese Vorgänge können nun durch verschiedene Umstände erschwert werden, einmal durch große Festigkeit des Moleküls, wie beim Pyridin, dann durch geringe Oxydierbarkeit, wie beim Tetramethylglykol, ferner durch bestimmte Atomstellungen wie beim Glyoxal. Bei letzterem Körper finden wir gewiss eine leichte Oxydier- und Spaltbarkeit und doch ist er nicht von Bakterien zu verwenden. Nach der von mir aufgestellten Theorie ist diejenige Atomgruppierung, welche bei der Eiweißbildung zuerst hergestellt werden muss, der Formaldehyd, resp. die damit isomere Gruppe CHOH. Ich folgere weiter, dass solche Stoffe, bei denen die

1) Centralbl. f. Bakt. u. Paras.-Kunde, 1892, Nr. 11/12.

Bildung dieser Gruppe auf große Schwierigkeiten stößt, auch keine Nährstoffe sind. Diese Schwierigkeiten hängen mit der Konstitution und Molekulargröße zusammen; sie wachsen z. B. mit der Anhäufung der Methylgruppen an Stelle von Wasserstoffatomen, wie ein Vergleich von Methylamin mit Trimethylamin erkennen lässt:



Methylamin.



Trimethylamin.

Das letztere ist eine weit schlechtere Kohlenstoffquelle als ersteres, wie mir Versuche mit neutralen phosphorsauren Salzen ergaben, die in derselben Weise wie oben zur Verwendung kamen".

Naegeli glaubt[1]), dass jene in dem ersten Assimilationsprodukt der Pilze enthaltene Atomgruppe „aus 2 oder eher 3 unmittelbar mit einander in einer Kette zusammenhängenden Kohlenstoffatomen bestehen muss, an denen unmittelbar sowohl Wasserstoff- als Sauerstoff-Atome befestigt sind, und dass durch Verdoppelung daraus zunächst eine 6 Kohlenstoffatome enthaltende Gruppe sich bildet. Findet dies wirklich statt, so begreifen wir die aus den Versuchen sich ergebenden Resultate, dass unter übrigens gleichen Umständen Verbindungen mit 1 C-Atom am schwierigsten (Methylamin) oder gar nicht (Ameisensäure, Chloral) assimiliert werden, dass mit der steigenden Zahl der unmittelbar zusammenhängenden C-Atome die Assimilation besser von statten geht (Leucin mit 6 C ernährt besser als Asparagin mit 4 C)". „Auf die Konstitution der in dem ersten Assimilationsprodukt enthaltenen Atomgruppe lässt sich aus der Beschaffenheit der nährenden Verbindungen kein Schluss ziehen, weil in den letzteren die entscheidende Gruppe offenbar ungleich konstituiert ist und weil deshalb Wanderungen der an der Kohlenstoffkette hängenden H- und O-Atome bei der Assimilation angenommen werden müssen".

Beide Anschauungen stimmen darin überein, dass sie eine einheitliche Atomgruppe annehmen, welche bei jeder Assimilation organischer Kohlenstoffnahrung zuerst gebildet und dann zu den komplizierten Verbindungen des Pflanzenkörpers aufgebaut wird.

Dass die so verschiedenartigen zur organischen Ernährung tauglichen Stoffe nicht als solche zum Aufbau dienen können, liegt auf der Hand; es müssten dann ja verschiedene Produkte entstehen, was bekanntlich nicht der Fall ist. Der Pilz und die grüne Pflanze baut immer dieselben Stoffe auf, immer dieselben Eiweißstoffe und Kohlehydrate, wie auch immer die dargebotenen organischen Verbindungen beschaffen sein mögen. Gewiss ist keine Täuschung größer, wie wenn Jemand glaubt, dass man die Pflanzen durch Zufuhr verschiedenen

1) Ernährung der niederen Pilze. Sitzungsber. der math.-phys. Klasse, München, 5. Juli 1879.

organischen Materials zwingen könne, andere Eiweißstoffe oder Kohlehydrate zu bilden, als sie normaler Weise produzieren. Die Assimilation ist in feste unverrückbare Bahnen geleitet seit undenkbaren Zeiten und wird nie zu etwas anderem führen, als was in dem Protoplasma der Pflanzenarten auf bis jetzt unbekannte Weise vorgezeichnet ist.

Da die Loew'sche Hypothese als die einfachste erscheint, dürfen wir wohl vorläufig von derselben ausgehen bei der Betrachtung des chemischen Verlaufes der Assimilationsthätigkeit. Es wird aus allen organischen Substanzen, die als Kohlenstoffnahrung dienen, die Atomgruppe CH_2O gebildet (durch Spaltung, Oxydation, Reduktion), welche dann entweder unter Mitwirkung von Ammoniak zu Eiweißstoffen aufgebaut oder für sich zur Kohlehydratbildung verwendet wird. Möglich ist es auch, dass zuerst Eiweißstoffe gebildet werden und aus diesen durch Abspaltung Kohlehydrat entsteht. Es ist das noch eine offene Frage, die weiterer wissenschaftlicher Prüfung bedarf. [1]

Beobachtungen über das Ausstreuen der Sporen bei den Splachnaceen.

Von **N. Bryhn.**

Vortrag, gehalten in der biolog. Gesellschaft zu Christiania, 1. Oktober 1896.

Unter den Moosfamilien gehören die Splachnaceen und von diesen speziell die Gruppe *Splachneae*, mit den beiden Gattungen *Tetraplodon* und *Splachnum*, ohne Zweifel zu unseren meist interessanten Moosen, auf Grund ihres eigentümlichen Aussehen und ihrer Lebensart.

Die Gruppe *Splachneae* zeichnet sich unter den gipfelfrüchtigen Laubmoosen dadurch aus, dass ihre Theca („Kapsel") mit einen Ansatz versehen ist, eine mehr oder minder starke Anschwellung am oberen Ende der Seta (der „Kapselstiel", Fig. 1 *d*), die sogenannte Hypophyse (der „Ansatz", Fig. 1 *c*), die dicker ist als die eigentliche Kapsel (die „Urne", Fig. 1 *b*) und eine von dieser verschiedene Farbe hat.

Ferner zeichnen sie sich dadurch aus, dass sie auf Exkrementen und verfaulten animalischen (selten auf vegetabilischen) Ueberresten wachsen.

Bei der Gattung *Tetraplodon* haben sämtliche Arten schwarzbraune, birnförmige oder länglich eiförmige Hypophyse, etwas dicker als die Urne.

Unsere mehr bekannten Arten sind: *Tetraplodon angustatus*, *T. mnioides* und *T. Wormskjoldii*. Die beiden ersten sind subarktische Arten, die man über den größten Teil des Landes verbreitet findet, bis zu einer Höhe von wenigstens 1500 Meter über dem Meere hinauf. Sie kommen in großer Menge in den höher belegenen Wäldern der öst-

lichen Teile des Landesvor, und wachsen auf Exkrementen vom Fuchs, Elen- und Rentiere und anderen Tieren oder auf den Cadavern von Tieren, sehr selten auf verfaulten, in Kreuz und Quere von Pilze durchwebten Baumwurzeln.

Das arktische *Tetraplodon Wormskjoldii* ist ausschließlich Hochgebirgspflanze. Es findet sich auf tiefen Mooren und kaum unter einer Höhe von 600 Meter. Es ist sehr selten in den südlichen Gebirgen, weniger selten in den nördlichen Gebirgen. Es wächst beinahe ausschließlich auf Lemmingleichen.

Fig. 1.

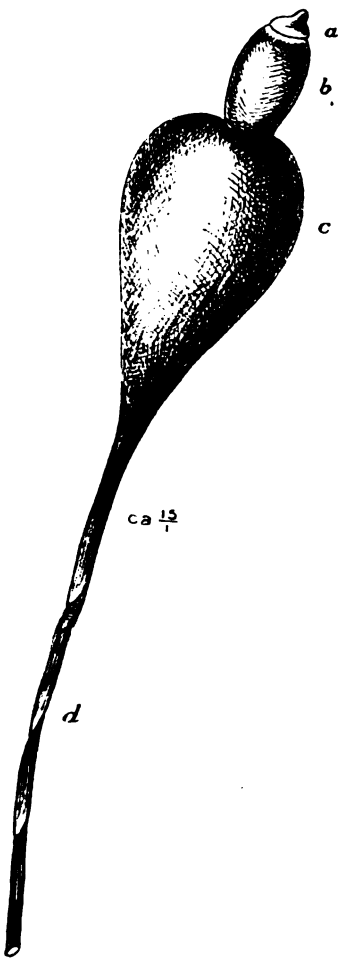


Fig. 2.

Bei der Gattung *Splachnum* ist die Hypophyse sehr verschieden, sowohl in Betreff auf die Form, Farbe und Größe.

Unsere gewöhnlichste Art, das subarktische *Splachnum sphaericum*, hat schwarzrote breit eirunde Hypophyse, etwas dicker als die Urne.

Man findet es hier und da über das ganze Land, auf Mooren und in Nadelwäldern und in einer Höhe von mindestens 1900 Meter, in der Regel auf Exkremente vom Elen, Rentiere, Rindern und anderen grasfressenden Tieren, sehr selten auf verfaulten von Pilzmycelien durchwebten Baumwurzeln und Stubben.

Splachnum ampullaceum, das eine große, purpurfarbige, aufgeblasen birnförmige Hypophyse hat (Fig. 2), ist eine Unterlandspflanze (boreal) und sehr selten in den nördlichen Gebirgen. Es wächst ausschließlich auf Exkrementen, speziell der Rinder.

Das subarktische *Splachnum vasculosum* hat eine schwarzrote, aufgeblasen kugelförmige Hypophyse, mehrere Mal dicker als die Urne. Es wächst auf nassen Mooren, auf Exkrementen der Schafe und anderer grasfressender Tiere. Es gedeihet am besten in subalpinen Gegenden und geht bis zu einer Höhe von wenigstens 1200 Meter hinauf.

Splachnum luteum und *Sp. rubrum* sind zwei seltene arktische Arten, mit großer schirmförmiger Hypophyse. Diese gedeihen in Norwegen am besten in den höher gelegenen östlichen Nadelwäldern. Man findet sie häufig in den Mooren und immer auf Exkrementen von grasfressenden Tieren, speziell der Rinder, wachsend. *Splachnum luteum* hat eine gelbe und *Sp. rubrum* eine purpurfarbige, metallisch glänzende Hypophyse. —

Wir haben folglich eine ganze Reihe, mehr oder weniger allgemein bekannter Moose, die alle auf verfaulten organischen Reste wachsen und diese Reste sind nicht ein zufälliges Substrat, sie sind eine Lebensbedingung für diese Pflanzen.

Dieses schließe ich erstlich daraus, dass ich niemals in der Natur ein *Splachnum* oder ein *Tetraplodon* unter anderen Bedingungen gesehen habe, und ich habe Splachnaceen in vielen Jahren gesammelt und jede einzelne dieser Arten viele Male gesehen.

Demnächst ziehe ich diesen Schluss aus Versuchen, die ich mit der Aussaat von Sporen gemacht habe. Viele Male habe ich zu verschiedenen Zeiten Sporen verschiedener Arten auf Boden verschiedener Art ausgesäet, im Uebrigen aber unter denselben Bedingungen, unter welchen jede Art in der Natur am besten gedeiht. Das Resultat ist immer dasselbe geblieben, nicht eine einzige Spore hat gekeimt. Ebenso hat ein jeder Versuch mit der Aussaat von Sporen auf altem Mist dasselbe Resultat gegeben. Endlich habe ich, die mehrjährigen Arten betreffend, beobachtet, dass das Gedeihen der Pflanze davon abhängt, wie weit mehr oder weniger deutliche organische Reste in dem Häufchen vorhanden waren. Z. B. habe ich manches Mal in Betreff auf *Tetraplodon Wormskjoldii* gesehen, dass das ganze Polsterchen üppig war, so lange man im Boden des Häufchens deutliche Lemmingreste finden konnte, wenn aber die Reste des Cadavers nicht mehr deutlich sind, so gedeihet auch die Pflanze nicht mehr, das

ganze Polsterchen bekommt ein kränkliches Aussehen und die Pflanze kann nicht länger, den anderen Moosen gegenüber, Stand halten, die von der Peripherie des Häufchens eindringen und nach und nach den Platz erobern.

Diese Pflanzen müssen ohne Zweifel als Saprophyten angesehen werden und dieses vermutlich begründet in der Aufnahme des Stickstoffes, denn sie sind ganz hinauf in die Hypophyse reichlich mit assimilierendem, chlorophyllführendem Gewebe versehen.

Splachnum lebt als Saprophyt auf Exkrementen und ist in der Regel einjährig: Die Sporen keimen das erste Jahr und die Pflanze blüht und entwickelt die Frucht (Kapsel) das zweite Jahr, jedenfalls nur ein Mal im Leben, wonach sie vollständig verwelkt und verschwindet. Dies ist eine natürliche Folge der Beschaffenheit des Substrats, denn nach Verlauf von ein paar Jahren wird nichts nennenswertes zurückgeblieben sein von einem Kuhfladen oder anderen Exkrementen.

Tetraplodon lebt als Saprophyt auf Cadavern, ist mehrjährig, entwickelt Seitentriebe und setzt Frucht an Jahr für Jahr. Hier liegt nicht im Substrate ein Hindernis für ein höheres Lebensalter, denn eine Lemmingleiche oder ein anderer Cadaver wird, wenn er beständig mit kaltem Wasser durchfeuchtet ist, in mehreren Jahren nicht vollständig verwesen.

Alle diese Pflanzen sind verhältnismäßig selten, jedenfalls mehrere. Es gibt norwegische Bryologen, die niemals Gelegenheit gehabt haben z. B. ein *Splachnum rubrum* oder *Tetraplodon Wormskjoldii* in der Natur zu sehen. Es sind auch nicht überall Exkremente oder Cadáver in unseren Wäldern und auf unseren Mooren umher gestreut. Es hat mich deshalb in längerer Zeit interessiert, dahinter zu kommen, auf welche Art die Sporen der Moose umher zerstreut werden nach den Stellen, wo sie das bestimmte, für die Pflanze notwendige Substrat finden.

Einmal sah ich, dass eine Kuh ein Häufchen *Splachnum rubrum* fraß und wiederholte Male habe ich beobachtet, dass Schafe mit Begierigkeit *Splachnum vasculosum* fressen.

Ich dachte mir einmal die Möglichkeit, dass *Splachnum*-Sporen in Aehnlichkeit mit einzelnen Pilzsporen erst den Darmkanal des Tieres passieren müssen, ehe sie keimen und dass sie von dem Tiere, mit Exkrementen vermischt, ausgesäet werden. Um nun dahinter zu kommen, wie es sich damit verhält, habe ich einige Mal, unter den notwendigen Kautelen, Kühe mit *Splachnum* gefüttert, der Versuch hat aber jedes Mal ein negatives Resultat gegeben. —

So war es einmal im vorigen Sommer um St. Johannis, ich saß an einem reizenden sonnigen Tage und ergötzte mich in der Beschauung eines großen prächtigen Polsters des *Splachnum rubrum*. Und ergötzen muss man sich, denn ein solches Polster, auf das die Sonnen-

strahlen durch die Fichtenzweige hernieder fallen, ist wahrlich wert zu schauen. Die Fliegen und Mücken plagten mich tüchtig. Da bemerkte ich, dass auch das *Splachnum*-Polsterchen die Aufmerksamkeit der Fliegen in Anspruch nahm.

Ein Schwarm von Fliegen, sowohl Fliegen mit den gewöhnlichen Habitus der gemeinen Stubenfliege, sowie Dungfliegen und Schmeissfliegen umschwärmten das Polster, und wetteiferten förmlich darin sich auf dasselbe niederzulassen und auf den schaukelnden Hypophysen herumzukriechen. Ich beobachtete im Laufe einer halben Stunde mehr als 50 Besuche von Fliegen auf demselben Polster.

Einige dieser Fliegen wurden gefangen und untersucht, sie waren sämtlich mit einem gelben Pulver eingepudert, das sich bei späterer mikroskopischer Untersuchung als aus *Splachnum*-Sporen bestehend erwies. Die Fliegen waren entweder gleichmäßig auf der ganzen Unterseite entlang gepudert, oder hatten einen großen Klumpen von Sporen auf dem Thorax.

Weiter wurde observiert, dass die Fliegen von dem *Splachnum*-Polster gleich nach einem, in der Nähe sich befindenden, ganz frischen Kuhfladen (von demselben oder den vergangenen Tage) hinflogen und sich hier niederließen und auf demselben herumwühlten. Wie bekannt legen die Fliegen ihre Eier in frische Exkremente. —

Diese meine hierdurch erweckte Vermutung, dass es die Fliegen seien, die die Aussaat der Sporen dieser Pflanzen besorgen, hat sich später bestätigt. Mehrmals später habe ich dasselbe beobachtet in Betreff auf verschiedene Arten, sowohl in der Gattung *Splachnum* wie in der Gattung *Tetraplodon*. Es ist nur der Unterschied, dass *Tetraplodon* beinahe ausschließlich Besuch von Schmeissfliegen bekommt, die gerade, wie bekannt, es lieben, ihre Eier und Maden in Cadaver (Fleisch) zu legen und also zu gleicher Zeit die *Tetraplodon*-Sporen aussäen, während andere Fliegen es übernommen haben, die *Splachnum*-Sporen in Exkremente auszusäen, indem sie zur selben Zeit ihre Eier legen.

Nachdem ich nun von den Fliegen gelernt hatte, in ganz frische Exkremente zu säen, habe auch ich die Sporen von *Splachnum rubrum* zum keimen gebracht. —.

Betrachten wir nun ein *Splachnum* etwas genauer, speziell wenn wir es einige Zeit in der Natur observieren, so werden wir darüber erstaunen, wie zweckmäßig die Pflanze in der bestimmten Hinsicht ausgesteuert ist, das Ausstreuen der Sporen durch die Fliegen zu erleichtern.

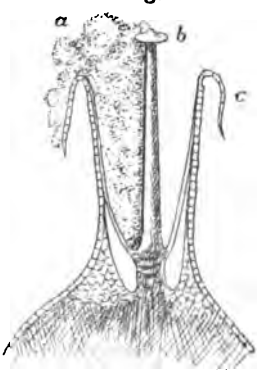
Wir werden da finden, dass die Pflanzen in dichten Polstern zusammengedrängt wachsen, die ziemlich groß sind (von einem Diameter bis auf 25 Centimeter) und in weiter Entfernung leuchten. Wir werden finden, dass die Seta ungewöhnlich lang ist (bis zu 20 Centimeter)

und dass sie auch nach der Sporenreife wächst. Weiter werden wir finden, dass die Hypophyse erst gegen die Zeit der Sporenreife die charakteristische strahlende Farbe bekommt, und dass die Hypophyse ebenfalls fortfährt mit dem Wachsen, selbst nach der Sporenreife. Die Pflanze wird also höher und mehr in die Augen fallend, je länger sie lebt.

Fig. 3.

ca $\frac{40}{1}$

Fig. 4.



ca $\frac{40}{1}$

Bei der Urne ist zu bemerken, dass diese mit den Peristomzähnen sehr hygroskopisch ist und dass ihre Columella (Centralstütze) auf dem obersten Ende eine beinahe scheibenförmige Erweiterung hat (Fig. 2*a*). Wenn die Theca (die Kapsel) vollständig reif ist und ihr Deckel (Fig. 1*a*) abgefallen ist, werden wir, im Falle hinreichender trockener Witterung, binnen kurzer Zeit folgende Veränderungen observieren können: Die Peristomzähne, die dicht beisammen wie ein Dach über den Eingang zum Innern der Urne liegen (Fig. 3*a*), werden sich aufrichten und sich ziemlich schnell hinaus über den Rand der Urne zurückbiegen (Fig. 2*b* und Fig. 4*c*), die Urne wird einschrumpfen und sich in allen Dimensionen vermindern, während die Columella durch Streckung in die Länge wächst (Fig. 2, 3 und Fig. 4*b*). Hierunter werden die Sporen aufwärts längs der Columella, hinauf unter den obersten scheibenförmigen Teil derselben gepresst. Nun entdecken wir eine Eigentümlichkeit bei diesen Sporen; sie sind nicht trocken und stöberig wie die Sporen der Moose im Allgemeinen, sie sind im Vergleich mit anderen Moossporen kleberig und bleiben in großen Klumpen zwischen der Columella und den zurückgebogenen Peristomzähnen hängen, teilweise auch über diese hinaus (Fig. 4*a*).

Und nun können die Fliegen kommen.

Wird die Luft feucht, schwillt die Urne wieder an, streckt sich in ihre alte Länge aus und die Sporen werden wieder in der Urne verwahrt, während die Peristomzähne sich aufs Neue, wie ein Deckel, über das Ganze legen (Fig. 3). Hierdurch ist die Pflanze dagegen

gesichert, dass Regen oder Thau die Sporen nutzlos wegspülen und dagegen gesichert, dass die Sporen vielleicht, unter Einwirkung der Feuchtigkeit, anfangen könnten an der Stelle zu keimen. Sie verwahrt ihre Sporen bis zum nächsten Tage mit Sonnenschein und Fliegen, die wie bekannt in Regenwetter nicht besonders aufgelegt sind herumzuschwärmen.

Bei *Tetraplodon* findet man einigermaßen entsprechende Verhältnisse. Hier ist der Unterschied, dass allerdings hier die Hypophyse in Größe nach der Sporenreife zunimmt, aber nicht die Seta. Die Columella ist hier von den festsitzenden, abgebrochenen Spitzen der Peristomzähne gekrönt und ragt nicht über den Rand der Urne hervor. Die Seta ist weniger lang und öfters viel dicker und steifer, so dass sie mit Leichtigkeit ein so großes Tier wie eine Schmeissfliege tragen kann, was eine *Splachnum*-Seta kaum immer kann. —

Tetraplodon hat minder strahlende Farben als *Splachnum*, ist aber doch genügend in die Augen fallend mit den dichtsitzenden dunkeln Kapseln auf einem frisch grünen zuckerhutförmigen Polster, das Jahr für Jahr höher und spitzer wird. Es hat außerdem als mehrjährig bessere Aussicht dazu, einmal seine Sporen gut anbringen zu können. —

Der Vollständigkeit halber, werde ich die Gattung *Tayloria* erwähnen, die zu einer anderen Gruppe in der Familie der Splachnaceen gerechnet wird. Bei dieser findet man keine Hypophyse, dahingegen ist die Theca mit einen langen dunkelgefärbten Hals versehen. Die langen Peristomzähne sind im feuchten Zustande spiralförmig in die Urne niedergerollt, wenn sie sich im trockenen Wetter emporrichten und hinaus über den Rand der Urne beugen, wird ein Klumpen Sporen an jedem Zahn festhängen.

Tayloria tenuis ist unsere mindest seltene Art, sie kommt hier und dort mit Arten von *Splachnum* oder *Tetraplodon* zusammen vor, oder auch in eigenen Häufchen, ganz unter denselben Verhältnissen wie ein *Splachnum* oder ein *Tetraplodon*. Jedenfalls bei dieser Art geht das Ausstreuen der Sporen durch Fliegen vor sich. —

Bis hier erscheint mir Alles unzweifelhaft. Dahingegen steht die Absicht der Fliegen mit ihren Besuch bei den Splachnaceen nicht klar vor mir. Bei diesen Moosen findet sich weder süßer Saft oder etwas anderes für sie Genießbares.

Möglich ist es, dass ein solches schönes *Splachnum*-Polster als Spielplatz für Fliegen dienen kann.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dass die hohen *Tetraplodon*-Polster den Fliegen als Stationen unter dem Fluge dienen. — Am meisten wahrscheinlich ist es, dass die Fliegen sich von den strahlenden Farben narren lassen und annehmen, das Moospolster sei eine Sammlung honigführender Blumen, oder vielleicht am liebsten für einen der großen

Hutpilze, unter welchen man Arten mit einigermaßen entsprechenden, wenn auch weniger strahlenden Farben findet.

Ein *Splachnum*-Polster erinnert auch in der Entfernung, als Ganzes betrachtet, in Bezug auf die Form etwas an einen der großen Hutpilze, die bei den Fliegen sehr beliebt sind. Ein paar Mal habe ich eine Ameise inwendig in der Hypophyse eines *Splachnum vasculosum* angetroffen. Diese sind ohne Zweifel auf Honigraub aus gewesen, sie haben ein Loch gebissen, sind hineingekrochen und ließen sich narren. Und der, welcher eine Ameise zum Narren machen kann, kann es gewiss mit Leichtigkeit mit einer Fliege thun. —

Schließlich möchte ich daran erinnern, dass dieses in biologischer Beziehung interessante Abhängigkeitsverhältnis, in welchem diese hier besprochenen Moose zu den Fliegen stehen, vollständig analog ist mit dem so wohl bekannten Abhängigkeitsverhältnis, in welchem die große Schaar der entomophilen Blütenpflanzen zu den Insekten steht. Eben so sicher, wie die entomophilen Blütengewächse ohne Insekten bald verschwinden würden, eben so sicher würden, ohne Fliegen, die Tage dieser Splachnaceen bald gezählt sein. [3]

Zur Kenntnis der Gattung *Trichodina* Ehrbg.

Von **Hans Wallengren** in Lund.

Während der letzten Jahre habe ich bei meinen Studien über ciliate Infusorien oft den auf verschiedenen Süßwasserfischen parasitisch lebenden Repräsentanten dieser Gattung Aufmerksamkeit gewidmet. Jetzt liegt eine genauere Untersuchung der Form vor, die ich wenigstens bis weiter als mit der von Ehrenberg[1]) u. a. beschriebenen *Tr. pediculus* der *Hydra* identisch auffassen will. Gleichzeitig mit meinen Untersuchungen über diese Form habe ich auch *Tr. mitra* v. Siebold[2]) beobachtet, die zahlreich auf *Planaria lugubris* auftritt; ich habe da auch die von Claparède und Lachmann[3]) erst beobachtete *Tr. Steinii* gefunden. Da es aber wohl noch ein Paar Monate danern mag, ehe ich in Verbindung mit meinen Studien über ciliate Infusorien III diese Untersuchungen veröffentlichen werde, finde ich zweckmäßig in größter Kürze eine vorläufige Mitteilung zu machen.

Trichodina pediculus Ehrenberg.

Die Körperform und Organisation dieser Form im Allgemeinen ist hauptsächlich durch H. James-Clark's[4]) genaue Untersuchung bekannt. Ihr Haftapparat und besonders die Konstruktion des Ringes

1) Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1888.

2) Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. II, 1850.

3) Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève et Bale, 1868.

4) Ann. a. Mag. of Nat. Hist., 3 S., 17, 1866, P. 401.

sind außerdem von A. Zvennerstedt[1]) untersucht. Die von James-Clark untersuchte Form stammte von *Hydra*, während Zvennerstedt und jetzt ich auf Süßwasserfischen lebende Formen untersuchten. Auf *Gastrateus punzitius* kommt *Tr. pediculus* sehr häufig vor, besonders an den Brustflossen. Seltener tritt sie auf *Gastr. aculeatus* und *Carassius vulgaris*, sehr selten auf *Phocinus aphya* auf. Während dieser Parasit, wie es scheint, nur selten auf den äußeren Körperteilen der letztgenannten Fische auftritt, findet man denselben fast immer zahlreich an den Kiemen und in der Kiemhöhle. Auch bei *Gast. punzitius* tritt er dort auf. Auf *Hydra* habe ich diesen Parasit nie beobachtet.

James-Clark[2]) gibt an, dass bei *Tr. pediculus* die ganze Körperfläche mit feinen Borsten bekleidet sein sollte und auf seinen Zeichnungen tritt dieses auch ganz deutlich hervor. Ich habe aber nach genauer Untersuchung zum Trotz niemals ein solches Borstenkleid finden können, und deshalb kann ich bestimmt behaupten, dass jedenfalls die Form, die ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt, nackt ist. Es ist hauptsächlich in Folge dieses Verhältnisses, und weil ich, wie erwähnt, nie Gelegenheit gehabt, *Tr. pediculus* von *Hydra* zu untersuchen, dass bei mir der Verdacht entstanden, dass vielleicht die von James-Clark beschriebene Form eine andere als die hier von mir untersuchte sein könnte. Die erste sollte solchenfalls die typische *Tr. pediculus* sein.

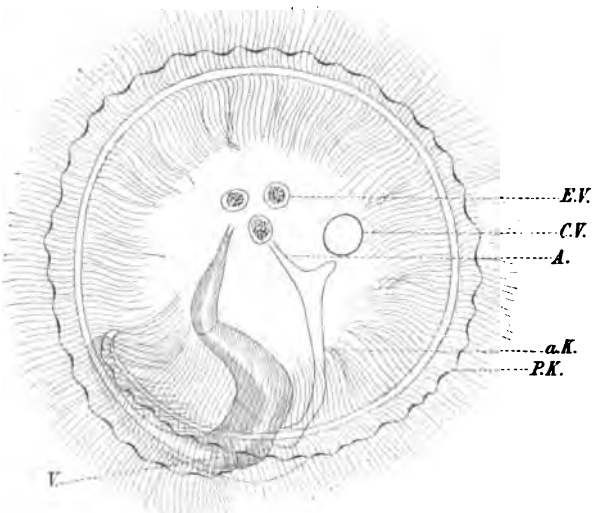


Fig. 1. Peristomfeld von *Trichodina Steinii*.

Die peristomalen Bildungen betreffend, beobachteten schon Claparède und Lachmann, dass die adorale Zone mit derjenigen der Vorticellen übereinstimmend ist und folglich eine Spirale nach rechts

1) Lunds Univ. Arstkr., Tom. VI.
2) l. c.

bildet. Spätere Verfasser beschrieben dieselbe außerdem als aus einer einfachen Cilienreihe gebildet. Durch meine Untersuchungen ist jedoch erwiesen, dass diese Zone aus zwei verschiedenen Reihen von Wimpergebilden zusammengesetzt ist (Fig. 1). Die äußere Reihe sitzt unmittelbar innerhalb der Peristomalkante, die andere in kurzer Entfernung innerhalb der ersten. Die Wimpergebilde der Peristomalzone scheinen gleich lang zu sein, sie nehmen aber, wenn sie in Bewegung sind, verschiedene Lagen ein, und sind deshalb auch dann sehr leicht zu unterscheiden. Die äußeren sind nämlich schräg nach außen gerichtet, während die inneren gewöhnlich entweder weniger grade aufgerichtet stehen oder sich etwas gegen das Peristomfeld hineinbiegen. Bei ruhendem Zustand liegen sie meistens beide peristomal eingebogen. Zuweilen habe ich jedoch bemerkt, dass, auch wenn diese Bildungen in Ruhe sind, doch die Wimpergebilde der äußeren Zone grade aufgerichtet gehalten werden.

Wenn man *Tr. pediculus* vom Peristomfelde aus betrachtet, scheint bekanntlich die kontraktile Vakuole links vom Oesophagus, dem dorsalen Rand des Feldes etwas genähert zu liegen (Fig. 1 *C. V.*). Wie und wohin sie bei der Systole ihren Inhalt entleert, darüber haben bisherige Verfasser keine Angabe geliefert.

Sie mündet durch einen feinen Kanal oder Reservoir, der gleich links vom Vestibulum liegt und an der linken Seite innerhalb der Oeffnung in die Vestibularhöhlung einmündet. Bei der Systole der Vakuole erweitert sich dieses Reservoir stark in seinem hinterem Teil und nimmt eine sackähnliche Form an. In dasselbe Reservoir entleeren sich auch die Exkremente. Bei *Tr. Steinii* habe ich wiederholt einen feinen Kanal beobachtet, der vom Boden des Reservoirs an der rechten Seite zur Zentralaxe des Körpers verläuft; durch diesen werden die Exkremente entfernt. Diese passieren schnell den oberen weiteren Teil des Reservoirs, bleiben aber im unteren schmäleren stecken, bis sie bei der Systole von der Flüssigkeit der Vakuole ausgespült werden. Ihr Eindringen in die Vestibularhöhlung wird durch die Wimpergebilde verhindert, die sich vor der Mündung des Reservoirs befinden. Das betreffende Reservoir ist also am nächsten mit einer Cloake zu vergleichen. James-Clark hat bei *Tr. pediculus* die Analöffnung zur entgegengesetzten Seite des Vestibulums verlegt. Sie liegt jedoch bei dieser Art am selben Orte wie bei *Tr. Steinii*, welche letztere in Fig. 1 veranschaulicht ist.

Das Organ, das sich jedoch bei *Tr. pediculus* die meiste Aufmerksamkeit zugezogen, ist der zierlich gebaute Haftapparat. Unsere Kenntnis des Baues dieses Organs gründet sich hauptsächlich auf die Untersuchungen James-Clark's[1]) und Zvennerstedt's[1]).

1) l. c.

Unmittelbar innerhalb der Kante des Saugnapfes sitzt ein Kranz von ziemlich langen Cilien oder vielleicht richtiger Cirren, die in einiger Entfernung von einander befestigt sind und die, wenn das Tier ruht, den Seiten des Körpers anliegen (Fig. 2 *C.*). Diese Bildungen sind von früheren Verfassern gänzlich übersehen worden und Bütschli hat die Gattung *Trichodina* von der Gattung *Cyclochaeta* Jacks. abgesondert, weil letztere Gattung solche Cirren besitzt, während dieselben bei ersterer fehlen sollten. Es ist jedoch einleuchtend, dass dieser Cirrenkranz bei *Tr. pediculus* der entsprechenden Bildung bei *Cyclochaeta* vollkommen homolog ist. Sie sind zwar bei ersterer ziemlich schwach entwickelt im Vergleich mit denen bei *Cyclochaeta Spongillae* Jacks., sie sind aber doch ganz deutlich zu unterscheiden.

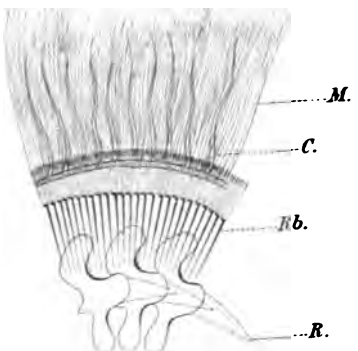


Fig. 2.

Eine Partie des Haftapparats von *Tr. pediculus*, von unten gesehen.

Gleich innerhalb dieses Cirrenkranzes sitzt das von Dujardin[1]) zuerst beobachtete Gebilde, welches dieser Verfasser wie auch Stein[2]), James-Clark[2]) u. a. als einen Kranz von freien Cilien angesehen haben (Fig. 2, *M.*). Siebold[3]) und Fabre-Domergue[3]) erklären es für eine undulierende fein gestreifte Membran. Bei *Tr. Steinii* und *Tr. mitra* habe ich deutlich gesehen, dass es weder das eine noch das andere ist, sondern ein Kranz von langen Membranellen, welche sehr nahe aneinander sitzen. Diese Membranellen sind fein gestreift. Es ist wohl am wahrscheinlichsten, dass auch bei *Tr. pediculus* dieses Gebilde von demselben Bau ist. Den konkaven Saugnapfboden bedeckt eine verdickte Pellicula, die peripherisch, aber innerhalb der Basis der undulierenden Membran, eine recht dicke aber dennoch sehr biegsame, grob gestreifte Membran, ein Ringband bildet. Diese Bildung wurde zuerst von Stein[4]) beobachtet. Bei genauerer Untersuchung stellt es sich heraus, dass die Streifung des Ringbandes davon abhängt, dass

1) Histoire natur. des Zoophytes, Infusoires etc., Paris 1841, p. 527.
2) l. c.
3) Journal de l'Anatomie et de la Physiol., 1888.
4) l. c.

es aus neben einander laufenden und mit einander vereinten Leisten zusammengesetzt ist (Fig. 2, *Rb.*). Diese sind in ihren peripherischen Teilen fester mit einander verkittet und auswärts etwas verdickt, während sie nach innen abnehmen und schmäler werden. Sie durchsetzen nicht den Ring, der im Basalteil des Ringbandes liegt, sondern biegen sich oral um denselben um und endigen an dessen innerer Kante. Interannuläre Streifen sind also nicht vorhanden. James-Clark gibt an, dass die rückwärts gekehrte Fläche des Ringbandes feiner gestreift sein soll als die entgegengesetzte. Jedoch zeigt sich keine größere Verschiedenheit in der Streifung, oder wenigstens nicht in solcher Weise, wie James-Clark angegeben. Ich habe aber gefunden, dass zu dem Ringband ein anderes Gebilde gehört, das von früheren Forschern übersehen wurde; durch dieses wird das Ringband auf seiner oralen Fläche sehr fein gestreift.

Untersucht man nämlich diese grob gestreifte Membran, die bis jetzt den Namen „Ringband" führt, bei stärkerer Vergrößerung und, wonn sich das Tier in passender Lage befindet, so wird man finden, dass sich das Ringband in einen sehr feinen schmalen Saum fortsetzt (Fig. 2, *Rb.*), der sich über die Basis der undulierenden Membran erstreckt. Die feine Streifung dieses Saumes setzt sich auf der gegen das Peristom kehrenden Seite des grobgestreiften inneren Teiles des Ringbandes fest.

In der Basis des Ringbandes und im Inneren desselben liegt der zierlich gebaute Ring, den schon Ehrenberg, Dujardin und Stein beobachtet. Das Ringband kann, wie James-Clark[1]) und Zvennerstedt[1]) angaben, von seinem Zusammenhang mit dem Ringe gelöst werden. Den komplizierten Bau, den James-Clark beschreibt und abbildet, habe ich nicht finden können. Nähere Uebereinstimmung zeigt Zvennerstedt's Darstellung dieser Bildung mit den von mir beobachteten Verhältnissen. Der Ring ist nämlich aus in einander steckenden durch eine dünne strukturlose Substanz unter einander zusammengekitteten Düten-förmigen Stücken zusammengesetzt, deren nach außen und innen kehrende Kanten stark zurückgebogen sind und dadurch die winkelförmigen äußeren und inneren Haken bilden (Fig. 2, *R*). Diese Konstituenten des Ringes sind fester differenzierte Partien des Ringbandes oder richtiger der den Boden des Saugnapfes bedeckenden Pellicula, so wie sie auch Bütschli[2]) aufgefasst hat. Bei Vitalfärbung mit Fuchsin zeigt sich das die nach außen und innen gerichteten Haken nicht spitz- sondern eher blattförmig abgerundet sind (Fig. 2, *R*).

Wie James-Clark zu den in seiner gewissenhaften Abhandlung geschilderten Resultaten in Bezug auf den Bau des Ringes gekommen

1) l. c.

2) Bronn's Klass. u. Ordn., S. 1217.

sein kann, ist mir in der That ganz unerklärlich. Zvennerstedt hat die äußeren Seiten der Düten abgebildet, die bei tieferer Einstellung des Mikroskopes sehr deutlich hervortreten.

Das Verhalten des Haftapparates bei der Teilung hat früher nur Stein[1]) untersucht, er liefert aber darüber nur sehr unvollständige und zum Teil auch fehlerhafte Angaben.

Fig. 3. Fig. 4.

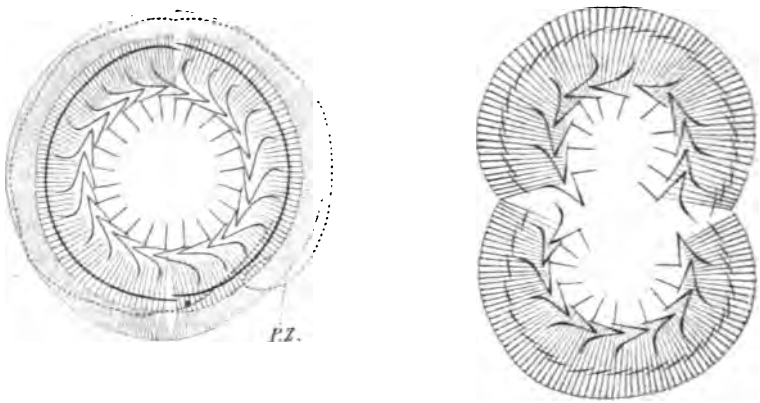


Fig. 3. Haftapparat der *Tr. pediculus* bei eintretender Teilung von unten gesehen. Die Peristomzone ist durch eine punktierte Linie bezeichnet.
Fig. 4. Dieselbe Partie in einem späteren Teilungsstadium.

Die erste Veränderung im Haftapparat, die eine eintretende Teilung anzeigt, ist die Anlegung eines stärker lichtbrechenden und wie es scheint, soliden ringförmigen Bandes, gleich innerhalb der Kante des grobstriierten Teiles des Ringbandes (Fig. 3). Zugleich entfernen sich an zwei einander gegenüberliegenden Punkten des Ringbandes die Leisten von einander und es entsteht eine spaltförmige Oeffnung. Diese beiden Oeffnungen liegen in der Teilungsebene und strecken sich sowohl nach außen im Saum wie nach innen in den Boden des Saugnapfes. Wenn sie nun den Ring erreichen, ziehen sich die Düten, die zunächst an beiden Seiten dieser Spalten liegen an einander und der Ring teilt sich also in zwei verschiedene Hälften (Fig. 4). Bei ihrem Entstehen im Ringbande teilten die spaltförmigen Oeffnungen auch das soeben angelegte ringförmige Band in zwei Hälften (Fig. 4). Wenn die Teilung des Ringbandes bis zu diesem Punkt fortgeschritten, fängt auch der ganze Saugnapf an sich abzuschnüren. Zugleich fangen auch die freien Enden jeder Hälfte des Ringes an sich einander zu nähern und während die Teilung weiter fortschreitet, schließen sich endlich die Ringhälften, so dass zwei Ringe entstehen. Auch aus dem äußeren soliden Ringe werden hierbei zwei.

1) Organismus der Infusionstiere II, S. 128.

Während des jetzt geschilderten Vorganges sind in dem soliden Bande an der Kante des Ringbandes durchgreifende Veränderungen eingetreten. Schwach gebogene stabförmige Gebilde haben sich nämlich in demselben differenziert (Fig. 4). Dieser äußere Ring zeigt auf diesem Stadium ein Aussehen, das sehr an den Ring der *Tr. mitra* Siebold und *Leiotrocha* Fabre-Domergue erinnert. Bei weiter fortgeschrittener Teilung treten diese Konstituenten des Ringes noch deutlicher hervor. Auf diesem *Leiotrocha*-Stadium, wenn ich mich so ausdrücken darf, bleibt dieser äußere Ring stehen, bis die Teilung ganz durchgeführt ist.

Der neu angelegte Ring entwickelt sich, nachdem sich die beiden Schwestertiere von einander gelöst, zu einem Ring von demselben Bau, wie ich ihn schon bei dem entwickelten Individuum geschildert. Die Konstituenten des „*Leiotrocha*-Ringes" nehmen an ihren Enden durch weitere Differenzierung im Ringband eine schwach gebogene Form an und treten in ihren inneren Teilen deutlicher begrenzt hervor. An ihrem gegen das Zentrum kehrenden Ende wird ein winkelig abstehender Teil angelegt. Auf diesem Entwicklungsstadium scheint der Ring also aus V-förmig gebogenen Stücken zusammengesetzt, deren äußere Schenkel am freien Ende ein wenig nach außen gebogen sind. Dann wird die radiär nach innen verlaufende Partie am inneren Schenkel des Winkels angelegt. Schließlich gehen diese Winkelhaken in Düten-förmige Gebilde über.

Auf diesem Stadium besitzt also *Trichodina* zwei konzentrische Ringe. Solche Individuen wurden früher von Stein[1]) beobachtet. Er fasst sie jedoch als eine besondere von *Tr. pediculus* verschiedene Form auf, welche er *Tr. diplodiscus* nennt. Auch Fabre-Domergue[2]) hat solche Individuen mit zwei Ringen bei *Anhymenia Steinii* Clap. und Lochn. beobachtet.

Das Individuum bleibt jedoch nur eine kürzere Zeit auf diesem *Diplodiscus*-Stadium stehen, denn bald tritt eine Resorption des inneren alten Ringes ein. Die Rückbildung desselben verläuft in einer der Anlegung ungefähr entgegengesetzten Ordnung. Nachdem die Düten zum größten Teil resorbiert worden sind, bleiben von ihnen nur die innern Wände als stabförmige Körper zurück, die mehr oder weniger ohne Ordnung innerhalb des jetzt vollkommen fertig ausgebildeten neuen Ringes liegen. Auch diese letzten Reste des einst so zierlich gebauten einheitlichen Ringes verschwinden jedoch binnen kurzer Zeit und aus dem *Diplodiscus*-Stadium entsteht wieder ein Individuum mit nur einem Ringe.

In Zusammenhang mit der soeben dargestellten Neubildung und Resorption des Ringes steht auch ein Wachsen des Ringbandes und

1) Organismus der Infusionstiere, II. S. 128.
2) l. c.

eine Anlegung neuer Leisten zwischen den früher befindlichen. Während das Ringband an seiner äußeren freien Kante im Wachsen begriffen ist, werden gleichzeitig die Teile der Streifen resorbiert, die innerhalb des neuangelegten Ringes liegen; ein intraannulärer Streifen existiert deshalb bei *Tr. pediculus* nicht. Wahrscheinlich werden auch Teile der undulierenden Membran neu angelegt und neue Cirren entstehen wohl auch zwischen den alten.

Bei *Tr. pediculus* findet also während und nach der Teilung eine Neubildung der verschiedenen Teile des Saugnapfes statt. Diese Erneuerung entspricht offenbar der Neubildung von Cirren, die bei gewissen hypotrichen Infusorien bekannt ist. Ich will jedoch hier nicht weiter auf die diese Frage berührenden Verhältnisse eingehen, sondern weise in Bezug sowohl auf diese wie andere *Tr. pediculus* betreffende Fragen auf meine bald erscheinenden weitläufigeren Arbeit hin.

Wie bereits erwähnt, tritt diese Form sowohl an äußeren Teilen des Körpers wie in der Kiemenhöhle der genannten Süßwasserfische auf. Die an den Flossen und der Haut auftretenden Individuen sind meistens ungefähr gleich groß. Nur selten trifft man da sehr kleine Individuen. An den Kiemen dagegen ist *Tr. pediculus* meistens sehr klein, oft nur halb so groß als die erstgenannten Individuen oder noch kleiner. Zwischen diesen kleinen Individuen finden sich aber nicht selten größere und zuweilen sehr große, die an der äußeren Körperfläche auftretenden an Größe bedeutend übertreffen. Eine andere Verschiedenheit zwischen den in der Kiemenhöhle und den an der Körperfläche lebenden *Trichodina*-Formen scheint wieder darin zu liegen, dass bei jenen die zentral gerichteten Haken des Ringes länger, schmäler und spitzer sind als bei diesen.

Ob hier zwei verschiedene Arten oder möglicherweise nur zwei verschiedene Formen derselben Art vorliegen oder in welchem Verhältnis sie sonst zu einander stehen mögen, ist eine Frage, auf die ich mich hier nicht weiter einlassen will.

Trichodina mitra v. Siebold.

Diese eigentümliche *Trichodina*-Form, die von v. Siebold[1]) zuerst beobachtet wurde, habe ich auf *Planaria lugubris* in großer Anzahl gefunden. Stein, Claparède und Lachmann sowie auch Fabre-Domergue haben früher *Tr. mitra* untersucht, keiner dieser Verf. hat jedoch die Art einem genaueren Studium unterworfen. Auch gibt es in der Litteratur keine gute Abbildung dieser Form.

In der allgemeinen Körperform und Bewegungsweise erinnert *Tr. mitra* in verschiedenen Beziehungen an *Lignophora*[2]), in ihrer Organi-

1) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, S. 12

2) H. Wallengren, Studier öfver ciliata Infusorier, I. Acta Reg. Soc. Physiogr., Lund, T. V, 1894.

sation zeigt sie aber entschieden ihre nahe Verwandtschaft mit *Tr. pediculus*.

Wie bei *Lignophora* kann man auch hier drei Teile des Körpers unterscheiden, den Peristomteil, und den Fuß oder Saugnapf, der durch einen schmäleren Teil, den Stiel, mit jenem vereint ist. Wenn *Tr. mitra* in ihrer ganzen Länge ausgestreckt ist, verlängert sich der mittlere Körperteil, der Stiel, wie ich ihn nennen will, bedeutend, und das Peristom wird in die Länge gezogen und nimmt eine orale Form an. Die Peristomscheibe wird dann meistens mehr oder weniger schräge gehalten, die aborale Kante geneigt, so dass das Peristomfeld einen Winkel gegen den Saugnapf bildet. Der ganze obere Teil des Körpers neigt außerdem stark nach der oralen Seite über und Peristom und Stiel nehmen eine halb liegende Stellung an. Selten und dann nur für kürzere Zeit wird der Körper grade auf, im rechten Winkel gegen die Körperfläche des Wirtes gehalten.

Der ganze Körper ist sehr kontraktil und beim Zusammenziehen wird der Stiel stark verkürzt, so dass das Peristom sich dem Saugnapf nähert und das ganze Tier eine mehr abgeplattete Form annimmt, die an *Tr. pediculus* erinnert. Das Peristomfeld wird dadurch verkleinert, dass der orale Teil nach innen gebogen wird und das ganze Peristom eine runde Form annimmt. Bei der Kontraktion des Tieres bilden sich an der Körperfläche tiefe Furchen und Falten. Auch wenn *Tr. mitra* vollkommen ausgestreckt ist, treten solche, aber weniger markiert, hervor.

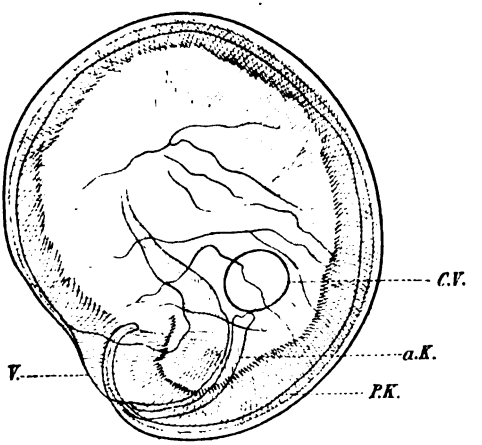


Fig. 5.

Peristomfeld von *Tr. mitra*, in kontrahiertem Zustande, von oben gesehen.

In Bezug auf die Bildung des Peristoms verhält sich diese Form in verschiedenen Punkten von der bereits behandelten abweichend (Fig. 5). Der aborale Teil der Peristomalzone ist nämlich bei *Tr. mitra* weit stärker eingerollt als bei *Tr. pediculus*. Weiter ist dieser Teil der Spirale auf einer beträchtlich erhöhten Partie des Peristomfeldes gelegen. Zwischen dieser und dem adoralen Teil der Zone entsteht in

Folge dessen eine tiefe Rinne, die in die Vestibularmündung hineinführt. Die Kante des Peristomfeldes ist zu einem membranähnlichen Saum verdünnt, und innerhalb derselben liegt die peristonale Zone (*Pl 5, Pk*). Diese besteht wie bei *Tr. pediculus* aus zwei Reihen von Wimpergebilden.

Die adorale Zone setzt sich durch die Vestibularmündung in das Vestibulum und den Oesophagus hinunter fort, in solcher Weise, dass die innere Cilienreihe der rechten oder inneren Wand folgt, während dagegen die äußere Reihe sich der äußeren linken Wand des Vestibulums und Oesophagus entlang, fortsetzt. Im Oesophagus sind die Cilien sehr fein, sie setzen sich aber fort so weit, wie ich der Oesophagealröhre habe folgen können.

Die Drehung der Peristomalzone ist von Fabre-Domergue[1]) falsch gezeichnet. Nach der erwähnten Figur zu urteilen, sollte die Zone nach links gedreht sein, wie es bei *Lignophora* in der That ist, sie ist aber bei *Tr. mitra* ebenso wie bei der vorher erwähnten Art nach rechts gedreht, wie auch Fabre-Domergue in seiner Beschreibung der betreffenden Form richtig bemerkt.

Die kontraktile Vakuole nimmt dieselbe Lage ein wie bei *Tr. pediculus* und entleert sich in gleicher Weise.

Fig. 6.

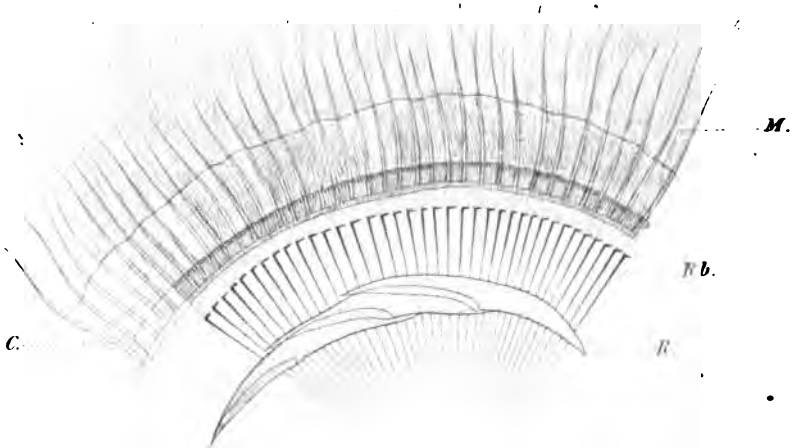


Fig. 6. Partie des Haftapparates von *Tr. mitra* von unten gesehen.
Die Buchstaben bezeichnen auf sämtlichen Figuren:
v = Vestibularmündung; *Pk* = Peristomkante; *ak* = Reservoir; *cv* = kontraktile Vakuole; *A* = Anus; *Cv* = Exkremente, von einer Vakuole umgeben; *C* = Cirren; *um* = undulierende Membran; *Rb* = Ringband; *R* = Ring.

Der Bau des Saugnapfes stimmt in den Hauptzügen mit der entsprechenden Bildung bei der besprochenen Art überein. Die periphe-

1) l. c. Taf. IX, Fig. V.

rische Kante des Saugnapfes ist etwas verdickt und unmittelbar innerhalb derselben an der unteren Seite des Saugnapfes sitzt ein Kranz von ziemlich langen Cirren, welche während der Ruhe gegen die obere Seite des Saugnapfes aufgerichtet stehen (Fig. 6, *C*). Innerhalb des Cirrenkranzes folgt die quergestreifte undulierende Membran (Fig. 6, *M*). Am Ringbande kann man dieselben Teile unterscheiden wie bei *Tr. pediculus* (Fig. 6, *R*). Die Streifung des Ringbandes setzt sich jedoch recht weit über den Ring hinein fort, ohne doch das Zentrum des Saugnapfes zu erreichen.

Der Ring ist bekanntlich von einfacherem Bau als bei *Tr. pediculus* und die äußeren und inneren Haken fehlen, wie schon Stein[1]) bemerkt. Bei *Tr. mitra* besteht er nur aus einfacheren schwach gebogenen Stücken, die in einen schräg abgestutzten Ende etwas ausgehöhlt, im anderen zugespitzt sind (Fig. 6, *R*). Diese sind dann so zusammengefügt, dass das schmale Ende des einen Stückes in das ausgehöhlte Ende des hinter demselben liegenden Stückes eingesteckt ist. Die Konstituenten des Ringes sind also auch hier gewissermaßen dütenförmig.

Bei der Teilung verhalten sich die Gebilde des Saugnapfes in der Hauptsache wie bei *Tr. pediculus*. In gewissen Punkten zeigen sich doch bemerkenswerte Abweichungen. So trifft die Anlegung des neuen Ringes bei *Tr. mitra* bedeutend später ein, und die Ausbildung desselben wie auch die Rückbildung des alten Ringes verläuft viel schneller als bei der entgegengesetzten Art.

Diese Verhältnisse stehen ohne Zweifel mit dem verhältnismäßig einfachen Bau des Ringes bei *Tr. mitra* im Zusammenhang. Ich will mich jedoch hier nicht auf eine genauere Darstellung dieses Entwicklungsganges einlassen.

Auch bei der Teilung des Peristomes begegnen uns interessante Verhältnisse; ich muss aber in Bezug auf diese zu meiner später erscheinenden Arbeit hinweisen.

Mutmaßlicher Farbenwechsel der Vogelfeder ohne Mauser.

Von C. Schenkling.

Die Behauptung, dass Vögel, ohne zu mausern, die Farbe ihres Gefieders verändern, sogar die Annahme, dass eine Farbe durch eine andere, von ihr ganz verschiedene, ersetzt werden könne, ist in der ornithologischen Litteratur oft und schon vor langer Zeit niedergelegt worden. Allerdings gab es Ornithologen, welche diesem Satze widersprachen und ihn als einen auf bloßem Glauben beruhenden, der nur unzureichend, oder besser gar nicht bewiesen werden könne, hinstellten. Diesen ist neuerdings der Amerikaner J. A. Allen beigetreten. In

1) l. c.

einer vor kurzer Zeit erschienenen Mitteilung: Alleged Changes of Color in the Feathers of Birds, New-York 1896, leugnet er die Möglichkeit einer Verfärbung der Vogelfeder, und die Ansicht dieses berühmten Ornithologen, dass nur durch Mauser Farbenveränderungen im Kleide der Vögel möglich wären, abgesehen von gewissen Umfärbungen, welche durch Abnutzung der Federränder entständen, hat berechtigtes Aufsehen sowohl in amerikanischen als englischen wissenschaftlichen Kreisen erregt. In der British Ornithologists Union ist eine große Debatte über diese Frage gewesen, und fast alle englischen Vogelkenner haben sich für Allens Hypothese ausgesprochen. Nur Ernst Hartert, der Direktor des Tring-Museums, welches bekanntlich dem Honorable Walther Rothschild gehört, hatte seine abweichende Meinung damals zur Geltung gebracht. — In seiner Mitteilung gedenkt Allen aller bedeutenderen Abhandlungen, die über diesen Gegenstand erschienen sind und gibt auszugsweise die Ansicht ihrer Autoren.

In der Edinburgher Encyclopaedia vom Jahre 1817 stellte John Fleming zuerst den Satz auf, dass die Farben im Fell der Säuger und im Gefieder der Vögel mit der Jahreszeit wechselten und zwar unabhängig von dem Vorgange des Werfens und Mauserns. Er kennt drei „Naturgesetze", nach welchen sich dieser Vorgang abspielt: 1. im Frühjahr wandelt sich die helle Farbe des Vogelgefieders in eine dunkle um, während im Herbste der umgekehrte Fall eintritt; 2. der Farbenwechsel wird durch die Wärmegrade bedingt; 3. die Veränderung trägt dazu bei, die Körperwärme der Vögel zu regulieren.

Eine Umarbeitung und Erweiterung dieser Arbeit widmete 1820 Jameson einen Beitrag („On the Changes of Colour in the Feathers of Birds, independent of Moulting", Edinb. Phil. Journ.). Im selben Sinne, und fast gleichzeitig erschien über dasselbe Thema eine Arbeit von W. Whitear, der Fleming's Ansicht gleichfalls beitrat und Belege dafür erbrachte, die auf eigener Beobachtung beruhten. Wie allgemein man sich damals mit dieser Frage beschäftigte, beweist eine 1830 von George Ord erschienene Arbeit „Some Observations on the Moulting of Birds", Trans. Amer. Phil. Soc. In derselben sucht er Temminck's Ansicht, über eine zweimalige Mauser der Vögel, dadurch zu widerlegen, dass er auf den Umstand hinweist, dass sich die Vögel beim Anlegen des Hochzeitskleides des besten Wohlbefindens erfreuten, während sie sich bei der im Herbst stattfindenden Mauser mindestens unmutig fühlten. Im übrigen pflichtet er den Ansichten Fleming's, Ord's u. s. w. bei.

1835 veröffentlichte der englische Ornitholog William Yarrell in der Trans. Zool. Soc. London eine Abhandlung über denselben Gegenstand (Observations on the Laws which appear to influence the Assumption and Changes of Plumage in Birds), welche durch ihre

gewissermaßen wissenschaftliche Seite durchaus anerkannt und oftmals zitiert wurde als unbedingter Beweis des Farbenwechsels in den Federn ohne Mauser. Von den drei Wegen, auf welchen sich nach diesem Autor der Farbenwechsel vollziehen kann, kommt hier nur der eine in Betracht, dass die Feder sich von selbst verändert. Yarrell gibt selbst zu, dass es schwer zu verstehen sei, wie sich eine Umänderung so beständig in den Geweben der Feder vollziehen kann, wo nicht gezeigt werden kann, dass ein Gefäßreichtum besteht, sogar dann nicht, wenn ein Teil der Feder wächst. Als Ergebnis eigener Untersuchungen sagt er: „Verschiedene Vögel, die im April untersucht worden waren, veränderten die Farbe an einigen Stellen ihres Gefieders, von der, welche sie gewöhnlich im Winter hatten, in eine, die sie in der Brutzeit haben. Viele der alten Federn, die die Vögel während der vorher gehenden Herbstmauser bekommen hatten, behielten ihre Farben; andere veränderten sich und nahmen die ihnen eigentümlichen Farben der Brutzeit an mit genau denselben Farbentönen und Zeichnungen". Zu den beobachteten Vögeln gehörten u. a. verschiedene Goldregenpfeifer, Von diesen sagt Yarrell: „Auf der Brust verschiedener Regenpfeifer waren die Federn ganz weiß (welche Farbe ihnen im Winter bekanntlich eigen ist); einige waren ganz schwarz (welche Farbe im Prachtkleide auftritt), und noch andere waren weiß und schwarz gefärbt, wonach es scheint, dass dieselbe Ursache, die den neuen Federn ihre neue Farbe verleiht, auch teilweise oder gänzlich die Farbe der alten Federn ändern kann". Bei Aufstellung dieses Beweises für seine Annahme war es Yarrell wahrscheinlich gänzlich unbekannt, dass im Prachtgefieder des Goldregenpfeifers die Federn zu beiden Seiten der Brust teils weiß, teils schwarz sind, was bedingt wird durch die Stellung der Federn und der pterylae und nicht als eine teilweise Verfärbung der Feder aufzufassen ist.

Weitere schriftlich niedergelegte Beobachtungen über diesen Punkt aus jener Zeit verdanken wir James Hunt, einem Aufseher des zoologischen Gartens im Regent-Park. Seine erste Beobachtung erstreckte sich auf *Limora melanura* Liesl. An ihr wurde der Farbenwechsel vom 24. Februar bis 29. April beobachtet, wie, ist nicht gesagt, sondern nur betont, dass der Wechsel lediglich in der Veränderung der Farbe bestehe und mit der Mauser nichts zu thun habe. Heute wissen wir aber, dass die schwarzgeschwänzte Uferschwalbe in die Gruppe der Vögel gehört, die durch eine vollständige Frühlingsmauser ihr Prachtkleid erhält. Am Kampfstrandläufer will Hunt beobachtet haben, dass Kopf- und Halsgefieder durch eine Frühlingsmauser erneuert wird, während die Federn des übrigen Körpers nicht verloren gehen. Nach neueren Beobachtungen mausert aber auch diese Art am ganzen Körper. Auch bei der Heringsmöve soll das Mausern den Farbenwechsel nicht befördern, wiewohl Hunt für diese

Form eine Frühlingsmauser eingesteht. Am ausführlichsten stellt der Beobachter den Farbenwechsel an *Larus ridibundus* Linn. dar. Am 11. März begannen die weißen Kopffedern sich in schwarze umzufärben; eine Mauser war nicht eingetreten, denn der Vogel verlor keine einzige Feder. Binnen 5 Tagen war die Umfärbung des Gefieders beendet und der Vogel trug seine rußbraune Kappe. Da nun aber die *Sterninae* und *Larinae* als solche Vögel bekannt sind, die eine Frühjahrsmauser durchzumachen haben und alle Federn mit Ausnahme der Flugfedern verlieren, wird Hunt bei seinen Beobachtungen nicht systematisch vorgegangen sein, sondern nur die Eindrücke wiedergegeben haben, die gewisse Vorgänge bei seinen dienstlichen Rundgängen durch den Garten auf ihn machten. Im übrigen sind ja, nach der ornithologischen Litteratur, in der Mauser stehende Mövenarten in verschiedenen Museen aufgestellt.

Die bereits erwähnte Abhandlung Yarrell's über einen Farbenwechsel der Federn ohne Mauser wurde als ein klassisches Werk betrachtet, wofür die häufige Zitation einiger Stellen daraus das beste Zeugnis ist. Auch Howard Saunder's, der 1884 „Yarrell's British Birds" erscheinen ließ, nimmt ohne Bedenken Yarrell's Ansicht als die richtige an und wiederholt die Mitteilungen seines Gewährsmannes über den Goldregenpfeifer ohne irgend welche Andeutung auf eine etwaige Irrung jenes. So sagt er: „Einige neue Federn, die im Frühjahr wachsen, sind schwarz; während sich die meisten weißen Winterfedern in schwarze verwandeln, sind einige von verschiedener Größe unter ihnen, die weiß bleiben und einen schwarzen Rand erhalten. Die färbende Absonderung ist also von gleichem Einfluss auf die alten und neuen Federn.

Den ersten wirklich wichtigen Beitrag zu dem Thema lieferte 1837 der bekannte englische Naturforscher Edward Blyth (On the Reconciliation of certain apparent Discrepancies observable in the Mode in which the seasonal and progressive Changes of Colour are affected in the Fur of Mammalians and Feathers of Birds; with varions Observations on Moulting, Charleiworth's Mag. Nat. Hist. I). Trotzdem ihm wohlbekannt war, dass viele Vögel ihr Prachtkleid durch die Mauser erhalten, behauptet er doch, dass sich auch alte Federn in ihrer Farbe verändern können, wahrscheinlich weil er die Thatsache außer acht ließ, dass sich bei vielen jungen Vögeln nach der Frühjahrsmauser Zeichen des Alterskleides geltend machen. So sagt er z. B.: „Ich hatte früher die interessante Thatsache beobachtet, dass an demselben Exemplar eine Menge neue Federn heranwuchsen und zwar gleichzeitig mit dem Farbenwechsel, und da ich aus eigener Beobachtung weiß, dass viele Arten ihre zeitweise Veränderung ausschließlich auf die eine oder andere Weise erhalten, so war es mitunter schwer zu bestimmen, zu welcher Klasse man solche Arten

rechnen sollte. Ein Goldregenpfeifer z. B., den ich augenblicklich vor mir habe, mausert überall und erneut sein oberes und unteres Gefieder, während auch die meisten der alten losen Federn an den unteren Teilen sich mehr oder weniger aus weißen in schwarze verwandeln und die Farbentöne der neuwachsenden Federn angenommen haben". Und weiter: „Bei den Enten muss man beachten, dass von ihnen gewöhnlich angenommen wird, ein Farbenwechsel der Feder ist die durch Mauser entstandene Reife des Gefieders, und die früher bestrittene Thatsache, dass die Absonderungen, welche die wachsenden Federn färben, auch die sich erneuernden Federn farblich beeinflussen — wahrscheinlich mit Bezug auf die Nahrung, denn ein schlecht genährter und kranker Vogel verliert den Glanz seines Gefieders — ist somit beweiskräftig festgestellt; eine Zirkulation muss also in der Feder stattfinden und zwar so lange sie festsitzt, so dass die Hypothese, welche der Mauser der Vögel dieselben Ursachen zuschreibt wie irrtümlich dem Fallen des Blattes, durch derartige Beweise nicht aufgestellt werden kann". Indem also Blyth behauptet, dass der Farbenwechsel dadurch entstehe, dass sich während der Frühjahrsmauser die bewusste Absonderung nicht nur in die sich neubildende Feder ergießt, sondern sich auch den sie umgebenden alten Federn mitteilt, geht er weiter als die deutschen und französischen Ornithologen seiner Zeit, welche behaupteten, dass die alten Federn im Frühjahr frisch werden und sich neu färben, um das Prachtgewand zu bilden.

1839 veröffentlichte der amerikanische Naturforscher Bachman einen bemerkenswerten Artikel über das Thema (Observations on the Changes of Colour in Birds and Mammals, Trans. Am. Phil. Soc.). Es war eine Erwiderung an Fleming, Yarrell und Ord. Während er eine Möglichkeit des Farbenwechsels bei der Feder nicht leugnet, sagt er doch: „Wenn die Vogelfedern, die lange im Wachstum stehen geblieben sind, fähig sind, eine neue Menge von Säften aufzunehmen und entgegengesetzte Farben anzunehmen, muss dies nach einem neuen, bisher noch nicht entdeckten Naturgesetz geschehen". In seiner Abhandlung bringt er die Ergebnisse von einer Reihe schätzenswerter Beobachtungen, die er an Käfigvögeln machte. Aus seinen Aufzeichnungen geht hervor, dass die meisten der Sperlingsvögel, auch Möven, Enten, Regenpfeifer und Strandläufer einer Frühlingsmauser unterworfen sind. Ihm scheint auch, dass die Pirole, Goldammer u. a. Gattungen zur Zeit der Mauser im Käfig Farbenveränderungen erleiden.

Auch die Schriftsteller der letzten Hälfte des Jahrhunderts behaupteten einen Farbenwechsel unabhängig von der Mauser. Zu ihnen gehört Gloger, der Audubon als den ersten Bekenner der in Rede stehenden Ansicht hinstellt und im 4. Bande seiner „Ornithologischen Biographien" Audubon's begründenden Satz zitiert: „Seitdem ich anfange, die Gewohnheiten der Möve zu studieren, und die Verfärbung

ihres Gefieders beobachte, sei es beim Herannahen der Lockzeit oder des Herbstes, habe ich gedacht, dass die dunkle Färbung ihrer Haube zuerst an den dunklen Spitzen ihrer Federn lag, dann allmählich von weiß in schwarz oder braun überging, ohne eine thatsächliche Erneuerung der Feder selbst, wie es bei einigen Arten der Landvögel geschieht". Auch andere Zitate von Audubon, die Gloger anführt, lassen erkennen, dass Audubon an einem Farbenwechsel ohne Mauser festhält. Da aber sein Werk nicht veröffentlicht worden ist, soll es dahin gestellt bleiben, ob Gloger die Umfärbung in Audubon's Sinne abhandelte.

Obwohl Yarrell's und Blyth's Schriften in den Jahren 1852—56 in der „Naumannia" und im „Journal für Ornithologie" veröffentlicht wurden, scheinen sich doch nicht die rechte Verbreitung gefunden zu haben. Da wurde die Theorie in neue Bahnen gelenkt durch Hermann Schlegel's „Sendschreiben an die am 6. Julius 1852 zu Altenburg versammelten Naturforscher", Naumannia, II. Heft. Schlegel beanspruchte die Priorität auf die Annahme, dass bei vielen Vögeln die deutliche Färbung des Prachtgefieders durch das Abfallen der Spitzen an dem Winterkleide entstehe. Unter anderem betont er ausdrücklich, dass, nachdem die Federn die völlige Reife erreicht hätten, sie nach einer gewissen Latenzzeit durch frische Zuführung von Säften erneuert würden. Durch Neubildung von kleinen Flaumfedern würden selbst die zerschlissenen Spitzen wieder hergestellt. Ebenso wie zur Paarungszeit nackte Teile am Vogelkörper, auch Schnabel und Füße durch Farbenzufluss lebhafter gefärbt werden, entsteht das Prachtkleid des Vogels nicht durch Mauser, sondern einzig und allein durch frische Säftezufuhr. So führt Schlegel z. B. vom *Sacrorhamphus papa*, dem Königsgeier, aus: Wie bekannt ist der junge Vogel graubraunschwarz. In diesen Gattungen entstehen die wundervollen graugelben und die anderen Farben des alten Vogels durch die Umfärbung ohne Mauser. Zu dieser Zeit erscheinen auch die hellen Farben auf den nackten Teilen".

Zu fernerem Beweise seiner Behauptung zieht Schlegel die Gattung *Icterus* heran. *I. icterocephalus* ist als junger Vogel gelbgrau und gelbhalsig, beim alten Vogel färbt sich das Gelbgrau in ein schönes Schwarz um. Der schwarze Kopf und Rücken des *Ict. baltimore* ist einzig und allein durch Umfärbung der Federn an ihren Spitzen entstanden. Ebenso verhält es sich bei *Ict. sparius*, der jung auf dem Rücken grün und an der Unterseite gelblich aussieht, später aber am Bauche, an der Schulter und auf dem Rücken schwarz und rotbraun erscheint, welcher Farbenwechsel mit schwarz unter den Halsfedern begonnen hat, sich in rotbraun umwandelte und in dieser Nuance den übrigen Teil überzog. Bei *Coereba* kann gleichfalls am jungen Vogel ein Farbenwechsel ohne Mauserung beobachtet werden,

indem sich sein grauschimmerndes Kleid in das schöne blau und schwarze des alten Vogels umwandelt. Diese und viele andere von Schlegel gewählten Beispiele können aber als beweiskräftig für einen Farbenwechsel ohne Mauser keineswegs angesehen werden, denn er beobachtete Vögel im Uebergangskleide.

Auf dieses „Sendschreiben" erschien kurze Zeit später eine Antwort von Dr. E. F. Homeyer (in der Naumannia), in welcher er zwar hervorhob, dass Schlegel's Artikel „viel Wahres und Neues enthalte, dass er aber wichtige Gründe hätte, nicht alles zu glauben, was wahr und neu ist, da eben nicht alles Neue wahr sei". Er beleuchtet die von Schlegel aufgestellten zehn Gesetze (die sich auf Jahreszeit, Art und Weise, Zustände und Methoden der Mauser und Farbenveränderung ohne Mauser beziehen) der Reihe nach, verwirft einige und erkennt andere an. Für uns ist hier nur seine Stellung zur Umfärbung der Feder ohne Mauser von Interesse. Schlegel's Behauptung, dass sich eine weiße Feder in eine schwarze umfärben könne, ist Homeyer durchaus unwahrscheinlich, da er diese Art der Farbenveränderung noch nicht beobachtet habe und auch nicht eher glaube, bis man dieselbe an irgend einer speziellen Gattung nachzuweisen im stande sei. Nach Homeyer geht die Farbenveränderung der Feder durch Abnutzung ihrer Kanten und durch Einfluss des Lichtes und der Atmosphäre vor sich, wiewohl das Prachtkleid auch auf dem Wege der Frühlingsmauser erworben werden könne. Das „Nachwachsen", d. i. die Wiedererneuerung der Feder nach ihrer Reife ist für Homeyer ein Nonsens, „ein Stillstand oder ein Absterben des Gefieders und ein später eintretendes Nachwachsen ist undenkbar und mit dem ganzen Wesen der Natur — wo es überall keinen Stillstand gibt — im grellsten Widerspruche".

Das „Journal für Ornithologie" 1853 brachte von Dr. Gloger eine neue Arbeit „Zur Erklärung der Verfärbung des Gefieders", in welcher er seine bereits früher ausgesprochene Ansicht von neuem darlegt und unter anderem ausführt, dass viele Vögel (wegen zu diesem Zwecke nicht geeigneter Nahrung) im Herbste nicht im stande seien, die Farbe des Gefieders zu vervollkommnen und dies im Laufe des Frühjahrs „durch neu eintretendes Zuströmen ernährender Säfte und färbender Stoffe" nachholten. Dieser Zufluss bewirke auch die Wiederherstellung der abgenutzten Federränder, sowie das Hervorbrechen neuer Federn.

Derselbe Jahrgang des Journal brachte im Anschluss an Gloger's Arbeit einen Aufsatz des Renthendorfer Pastors Brehm „Gegen Schlegel's Meinung über die Verfärbung des Gefieders", in welchem Homeyer's Ansicht ergänzt und Schlegel's Verfärbungstheorie auf das Entschiedenste angegriffen und als gänzlich grundlos hingestellt wird. Brehm macht darauf aufmerksam, dass wohl die meisten Vögel

ihr Prachtkleid durch die Frühjahrsmauser erhalten und nicht, wie Schlegel meint, dadurch, dass alte Federn größer werden und abgenutzte Kanten wieder wachsen. Zum Beweise seiner Behauptung zieht er eine Parallele zwischen Feder und Blatt. Ist das Blatt ausgebildet, so kann weder seine Größe noch seine Gestalt durch Säftezufuhr verändert werden. Also kann sich auch durch bloßen Farbenwechsel ohne Mauser das Jugendkleid eines Vogels niemals in das Alterskleid verwandeln. Brehm stützt seine Behauptungen nicht auf Theorien, sondern auf eigene Beobachtungen, die er in Wald und Feld anstellte. In ausführlicher Weise legt er seine Ansicht dar in einer Arbeit „Zur Sippe der *Cyanecula* und deren Mauser", die 1854 im „Journ. für Ornithol." erschien. Wenn bei dieser Sippe, die im Februar und März in Afrika mausert, die neuen Federn zum Vorschein kommen, haben sie stumpfe Farben, die bedingt werden durch die grauen Ränder der Federn. Erst wenn diese abgenutzt sind, tritt der Glanz und Schimmer des Prachtkleides zu Tage. Ebenso weist Brehm in einer zweiten Abhandlung „Verfärbung und Federwechsel der europäischen Seeschwalben" nach, dass die einzelnen Stadien des Federwechsels (vom Nestkleid bis zum Alterskleid) einzig und allein durch Mauser und nie durch Verfärbung entstehen.

Fast zu gleicher Zeit widersprechen Schlegel, A. Hessler in seiner Abhandlung „Federwechsel und Farbenänderung bei tropischen und subtropischen Finken-Arten" und Böck in „die Mauser von *Platypus niger* (*Oidemia nigra*), welch beide Arbeiten im Journal für Ornithologie 1854 erschienen.

1892 veröffentlichte Gätke in seiner Schrift: „Die Vogelwarte Helgolands", „Einige Beobachtungen über Farbenwechsel durch Umfärbung ohne Mauser". Obwohl Gätke im allgemeinen Schlegel's Abhandlung lobt, weicht er doch in vielen seinen Annahmen von ihm ab und betrachtet es als unbegreiflich, wie Schlegel annehmen kann, dass der Farbenwechsel mancher Vögel, z. B. des Schneefinken, durch Verfärben anstatt durch Abtragen der Federkanten entstehe. Farbenwechsel ohne Mauser kommt nach Gätke nur ausnahmsweise vor. So habe er z. B. unter Hunderten von *Motacilla lugubris* nicht ein Exemplar gefunden, bei dem Farbenwechsel ohne Mauser stattgefunden hätte. Nach Gätke's Meinung gibt es nicht nur einen Wechsel in den Farben, sondern auch in den Geweben und Formen. Viele der Rückenfedern werden weicher, schwächer und seidenartig glänzend und die Federn werden auch wieder ganzrandig, d. h. die Federstrahlen, von welchen die Spitzen mehr oder weniger abgenutzt sind, werden wieder ausgeglichen: so, dass die Spitzen aller Strahlen wieder eine regelmäßige, ununterbrochene Rundung der Federspitze bilden, ähnlich, wie die im Herbste neu gewachsenen Federn sie zeigen. Schlegel's Bezeichnung „Nachwachsen" acceptiert Gätke indess

nicht. Er glaubt auch, „dass die Vervollkommnung der Feder gerade auf entgegengesetztem Wege bewirkt wird; nämlich dadurch, dass in solchen Fällen, wo außer der Farbe auch die Textur verändert wird, die einzelnen Federstrahlen einer Art Schälung unterliegen, durch welche sie eines Teiles schwächer oder dünner werden und das mehr seidenartige Ansehen erhalten, während anderen Teiles durch Entfernen der äußeren, die Färbung des Winterkleides gebenden Haut oder Schale die, schon seit Vollendung der Herbstmauser fertig darunter verhüllt gelegene Färbung des Sommerkleides sichtbar wird". Zugleich ist er der Meinung, dass der Wechsel auf sehr verschiedene Weise vor sich gehe, verschieden bei den Gattungen, den Geschlechtern, an den Körperteilen u. s. w. So erhält z. B. der Goldregenpfeifer sein Prachtkleid teils durch die Mauser (Brust- und Rückenfedern), teils durch bloßes Verfärben (Halsfedern); *Larus minutus* aber lediglich durch Umfärbung. Am besten lassen wir ihn über den letzten Fall selbst sprechen: der im Winter weiß und hellgrau gefärbte Kopf verwandelt sich durch Umfärben, ohne Mauser, in den reinschwarzen des Sommerkleides. Die Umfärbung beginnt schon im Januar, und zwar an den, bereits grau gefärbten Federn des Hinterkopfes zuerst. Dieselben verdunkeln sich, gleichzeitig fortschreitend, nach und nach alle; sie werden zuerst schwarzgrau, an den Schäften am dunkelsten, und späterhin rein schwarz. Von dem grauen Scheitel erstreckt sich das Dunkelwerden zu gleicher Zeit auf den weißen Vorderkopf. Zerstreute Federn desselben werden anfangs nur an der Spitzenhälfte des Schaftes schwärzlich. Von hier ausgehend, färbt sich die vordere Federhälfte erst grau; dieses Kolorit verdunkelt sich nach und nach und wird dann völlig schwarz; am spätesten an den Seitenrändern der Federn. — Ganz anders geht aber die Umfärbung der rein weißen Federn an der Unterseite des Kopfes und der Kehle vor sich. An diesen Teilen tritt nämlich sogleich, ohne einen Uebergang durch Grau, die rein schwarze Farbe auf: und zwar an den Spitzen der Federn zuerst, als ganz feiner Saum. Dieser geht bald in ein halbmondförmiges Endfleckchen über, welches, sich wurzelwärts vergrößernd, nach und nach die ganze Feder mit Schwarz bedeckt". Gätke's Aufsatz blieb nicht unberücksichtigt; er wurde ebenso heftig befehdet wie seiner Zeit Schlegel's Arbeit.

Insbesondere geschah dies durch E. von Homeyer im Journ. f. Ornithol., 1855: „Ein ferneres Wort über das Ausfärben". Derselbe Band enthält noch eine zweite diesbezügliche Arbeit von W. Mewes: „Ueber die Farbenveränderung der Vögel durch und ohne Mauser", aus der wir hier einige Punkte herausgreifen wollen. Der Verfasser unterscheidet: a) eine einfache Herbstmauser, durch welche Flügel-, Schwanz- und Deckfedern erneuert werden; b) eine doppelte oder Frühlingsmauser, die sich entweder nur auf Kopf- und Halsfedern,

oder auch auf sämtliche Deckfedern, die letzten vier Flügelfedern und die zwei mittelsten Schwanzfedern erstreckt; c) eine Sommermauser, die nach der Paarung eintritt, welche wiederum eine vollkommene, wodurch die Geschlechter ein mehr oder minder gleiches Gewand annehmen (wie bei den Enten) und eine teilweise (wie bei den Waldhühnern) sein kann, bei welcher namentlich die Befiederung des Kopfes und Halses mausert; d) eine dreidoppelte Mauserung, d. h. eine Frühjahrs-, Sommer- und Herbstmauser, die dann gleichfalls eine totale, wie bei *Lagopus* und eine partielle, wie bei *Podiceps*, sein kann. Neben dem Wechsel des Gefieders und dem Wachstum neuer Federn durch die Mauser kennt Mewes ferner eine Verfärbung des Gefieders hervorgerufen durch Abnutzung der Federkanten.

Im Jahre 1856 veröffentlichte Weinland im Journ. f. Ornithol. zwei kurze Abhandlungen über den Farbenwechsel der Federn ohne Mauserung. Sie sind nur von historischem Werte, da sie einige originelle Ideen enthalten, welchen man später Wert beilegte. Auf Schlegel's Ansicht fußend, behandelt der Verfasser die Frage: Wie kann eine Feder ihre Farbe wechseln, wenn ihre Blutgefäße trocken und ihre Nerven tot sind, wie es bei jeder Feder der Fall ist, die vollkommen ausgewachsen ist?" Er weist auf das Bleichen der Vögel in Museen hin und auf die Thatsache, dass *Mergus merganser* bald nach dem Tode die prächtig-gelbrote Unterseite verliert. Bei mikroskopischer Untersuchung einer Brustfeder dieses Vogels fand er „alle pinnulae in Flocken mit lacumes einer rötlichen Flüssigkeit gefüllt, welche eine rötliche Substanz zu sein schien". Nach einigen Wochen, während welcher die Federn der Luft ausgesetzt waren, fand er anstatt der rötlichen lacumes Luftbläschen, welche bekanntlich eine weiße Farbe hervorbringen. Die Verdunstung der rötlichen Flüssigkeit und ihr Ersatz durch Luftbläschen bedingte also die Umfärbung. Einen Farbenwechsel durch Abnutzung der Federn verwirft er als „unphysiologisch". Um nicht nur seine Ansicht über die Erlangung des Prachtkleides der Vögel zu motivieren, sondern auch den Wechsel zur weißen Farbe, der im Winter bei vielen nördlichen Säugetieren und Vögeln eintritt und das Verfärben des menschlichen Haares in Weiß zu zeigen, stellt er folgende Hypothese auf: Wenn diese Flüssigkeit eine ölige Substanz ist, wie man vermuten kann, so wird physiologisch zugegeben werden müssen, dass sie vom Organismus versorgt werden kann, indem das Gewebe sie aufsaugt und durch gewisse Nerven, die durch die Haut führen, leitet, sogar wenn die Gefäße und der Nerv der Feder ausgetrocknet sein sollten, denn Fett durchzieht alle Gewebe ohne Widerstand, selbst das Horn. Somit kann die farbige fette Substanz während der Erneuerung, die die nächste Jahreszeit für jeden Organismus bringt, in die Feder fließen, und dann wieder kann aus mancherlei Gründen dasselbe färbende Fett aufhören den Organismus zu versorgen.

Im Jahre 1863 veröffentlichte N. Severtzof einen Aufsatz, von dessen Titel „Mikroskopische Untersuchungen über die Verfärbung der Federn zum Hochzeitskleide bei einigen Vögeln, nebst Betrachtungen über das Verhältnis derselben zur Mauser" man erwarten durfte, dass er wichtige Mitteilungen enthielte. Die Arbeit brachte aber nur bekannte Thatsachen. Schlegel bezeichnet er als den „Entdecker der Verfärbung" und kennt vor ihm niemand, der zur Lösung der Frage mit dem Mikroskop gearbeitet hätte. Seine Behauptungen über wirkliche Umfärbung stützen sich auf Untersuchungen an *Vanellus gregarius* (*Chettussia gregaria*), die ihm in den verschiedensten Uebergängen vom Winter- zum Prachtkleide vorlagen. Er sagt: Ich untersuchte dieselben unter dem Mikroskop: es ergab sich, dass die Verfärbung wirklich stattfindet, dass aber in der Feder selbst kein Lebens-, sondern ein rein physikalischer Prozess vor sich geht, der also auch an der abgestorbenen Feder möglich ist, so lange sie an der Haut haftet (was jedoch nicht unbedingt nötig ist). Severtzof unterscheidet drei Arten von Verfärbungen, denen derselbe physische Prozess zu Grunde liegt: a) normale Frühlingsverfärbung der lebenden Vögel; b) anomale Sommerverfärbung derselben; c) Verfärbung der toten Bälge. Er nimmt die Existenz einer Flüssigkeit an, die vom Körper aus in die Feder eindringt. Dieses Pigment ist nach ihm eine Abscheidung des Blutes, die sich an irgend einer Stelle im Gewebe des Körpers ansammelt, endosmotisch durch die Federbasis steigt und nach den Gesetzen der Kapillarität, zwischen den Wänden der Federröhre und der Medulla nach oben dringt. Pigmentausschwitzungen an den Spitzen der abgeriebenen Barbillen und verstoßenen Federbärte, die Severtzof mikroskopisch beobachtete, sind ihm Beweise für die Richtigkeit seiner Erklärung und diese Ausschwitzungen sind es auch, welche die verfärbte Feder dem Auge wieder frisch erscheinen lassen. Die Flüssigkeit trocknet im Gefieder des Leibes nach und nach schichtweise auf der inneren Seite der Zellenwände; aber es sind viele Schichten nötig, um jede Zelle, also auch die ganze Feder, vollständig zu färben. Auch ist das schichtweise Trocknen der färbenden Flüssigkeit in den Zellen der Unterleibsfedern nicht als vollständiges Trocknen zu verstehen, sondern als Konzentration durch Verdampfen etwa bis zur Konsistenz einer gesättigten Gummilösung. Vollständig trocknet die Feder im Frühjahr erst nach geschlossenem Verfärbungsprozesse. Die Verfärbung der Feder ist eine rein physikalische, keine Lebenserscheinung, dieselbe Erscheinung, welche, nur in stärkerem Grade, auch bei der eigentlichen Mauser vorkommt. Bei einem schwächeren Saftzuflusse findet Abscheidung von Pigment statt, welches wohl im Blutplasma aufgelöst war und in der beschriebenen Weise in die schon vorhandenen Federn dringt. Bei einem stärkeren Saftzuflusse ist Neubildung von Federn bedingt, welche die alten verdrängen oder zwischen ihnen

wachsen (Halskrausen des Kampfhahns und der Kragentrappe). Severtzof gibt zu, die teil- und fleckenweise Färbung einer Feder nicht erklären zu können, vermutet aber die Entstehung der verschiedenen Mauserungen im Ausbleichen und Abnutzen der Federn, sowie in der baulichen Verschiedenheit ihrer Teile.

Im Jahre 1866 veröffentlichte Viktor Fatio eine bedeutende Abhandlung über die Verfärbung und den Bau der Feder (Des diverses modifications dans les Forms et la Coloration des Plumes, Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Genéve). Betreffs des Farbenwechsels ohne Mauser sagt er, dass die Feder bei Vollendung ihres Wachstums auch alle färbende Materie vom Körper aus empfangen hat. Die Absonderung verschwindet nach und nach und die absondernden Gefäße zerfallen. Der untere umbilicus ist durch einen Deckel verschlossen und das Mark, das das Leben der Feder ausmachte, trocknet ein. Die Feder befindet sich in einem scheinbar toten Zustande. Aeußere Einflüsse machen ihr Recht auf das tote Gebilde geltend, zerstören es immer mehr, bis es schließlich durch eine nachwachsende Feder abgeworfen wird. Trotz dieser richtigen Darstellung spricht Fatio im Anschluss daran von einem „beständigen Farbenwechsel in der reifen Feder" und weist dies an *Larus rudibundus* in Yarrell's Weise nach. Da, nach Fatio, Schlegel eine bloße Hypothese aufstellt, wenn er die Verfärbung zur Brutzeit als auf Zufuhr von Blut und Pigment beruhend, also auf Erneuerung des Lebens basierend, hinstellt, so weicht er allerdings von ihm völlig ab. Aber Fatio scheint auch nur eine ähnliche Hypothese über den mutmaßlichen Farbenwechsel aufzustellen. Er glaubt fest an eine Umfärbung und auch daran, dass die gewissermaßen toten Organe unfähig sind, nach eingetretener Reife etwas von dem Körper zu empfangen. Experimente mit in Fett getauchte Federn ließen Fatio auch zu der Ansicht neigen, dass das in den Zellen enthaltene Fett aus diesen träte und auflösend auf das Pigment wirke. Weinland's Hypothese indess, dass ein farbiges Fett die Federn färbe, verwirft er, sowie auch Severtzof's Annahme, dass ein fremder Stoff „l'ozon" dieselben durchdringe, das in ihnen enthaltene Pigment auflöse und dieses auf dem Wege der Endosmose in alle Teile der Federn steige. Ziehen wir nun eine Schlussfolgerung aus seinen Ansichten, so ergeben sich folgende Sätze: die Feder färbt sich; ihre Farbe wechselt oder wird erhöht durch mancherlei Einflüsse, sei es durch allmählich aufgesaugte und verdampfte Flüssigkeit, als wirkende und vorbereitende Kraft, sei es durch Temperatur und Licht, als wirkende Kräfte. Die Feuchtigkeit spielt eine niedrigere Rolle. Die Hauptsache bleibt ihm das Körperfett, das auf irgend einem Wege (innerlich oder äußerlich) das Pigment auflöst, so dass, hypothetisch wenigstens, die färbende Materie immer in Auflösung begriffen, im stande ist sich zu ergießen, einzudringen

und zu färben. Seit Fatio's Schrift ist wenig Neues über die Sache veröffentlicht worden. Schlegel's, Gloger's und Gätke's Theorien wurden wohl als nicht richtig anerkannt, haben aber trotzdem Anklang bei vielen jetzigen Schriftstellern gefunden.

1893 erschien von Mr. Charles A. Keeler eine Schrift, in der er das Vorhandensein von Pigment und dessen freie Bewegung in der alten Feder durch Beispiele beleuchtet (Evolution of the Colors of North American Land Birds, San Francisco 1893). Er nimmt an, dass das Pigment durch die verschiedenen Teile der Feder geht, „dort am schnellsten und weitesten, wo es auf seiner Bahn den wenigsten Widerstand trifft, und sich da in Massen ansammelnd, wo der Widerstand am größten ist", d. h. mit anderen Worten, dass die Feder wächst, sich färbt und auch möglicherweise sich verfärbt durch Zufluss von Pigment — ohne Mauser.

Nicht viel anders stellt Headley die Sache dar, wenn er in seinem „The Structure and Life of Birds, London 1895" ausführt: „Eine viel bemerkenswertere Ursache des Farbenwechsels, als das Abwerfen der Federspitzen, ist der Zufluss von frisch färbender Materie. Dieses geschieht, wenn die schwarzköpfige Möve ihren Frühlingsputz anlegt, wobei nach Gätke (!) die Farbe zuerst an den Spitzen der Feder erscheint und sich dann allmählich ausdehnt, bis alles verfärbt ist, im Winter ist die Brust des Dunlin fast weiß, im Frühling wird sie schwarz, das Pigment hat eben seinen Weg zu jedem Teile der Feder durch noch nicht entdeckte Kanäle gefunden".

Nach Sharpe ändert sich das gestreifte Gefieder des jungen Sperlingsreihers (*Accipiter nisus*) in das einfache Gefieder des erwachsenen Vogels durch einen allmählichen Wechsel in der Markierung der Feder infolge einer wirklichen Mauser um. Auch junge Trauerbachstelzen sollen nach ihm ihr erstes Frühlingskleid durch eine Mauser bekommen, während alte Vögel derselben Gattung im Frühlinge nicht mausern, sondern die schwarzen Hals- und Rückenfedern allmählich erhalten — ohne jeglichen Verlust. Wiewohl dasselbe auch von anderen *Motacilla*-Arten behauptet wird, schreibt Meves diesen Vögeln das Prachtkleid durch Frühlingsmauser zu.

Oglivie-Grant behauptet von *Lagopus scoticus* „die Sommerflankenfedern entstehen auf zweifache Art, entweder durch einen allmählichen Wechsel und Umänderung des Pigments der Herbstfedern oder durch die Mauser. Während bei einigen Vögeln der ganze Wechsel in den Flankenfedern durch einen Wechsel des Musters in dem alten Herbstkleide hervorgerufen wird, entsteht er bei anderen durch gänzliche Mauserung, bei noch anderen durch beide Vorgänge zugleich. Bei dem genannten Vogel können die ersten Anzeichen des kommenden Wechsels zu Anfang November beobachtet werden, zu welcher Zeit viele der Flankenfedern einen unregelmäßigen Streifen oder Fleck

erhalten. Ist indes nur die Hälfte der Flankenfedern verändert, so ist anzunehmen, dass nur eine Aenderung des Musters stattfindet. Das Gelb breitet sich nach und nach am Schafte weiter aus und verteilt sich in Flocken, welche sich allmählich gegen die Ränder des Gewandes hin ausdehnen, um dann die unregelmäßigen gelben Streifen zu bilden. Währenddes werden die Zwischenräume schwarz und die fuchsroten Federn des Herbstes sterben ab. Die Frage: Warum erlangen manche Vögel ihr Prachtkleid durch die Mauser und andere durch den weniger angreifenden Prozess des Umfärbens? beantwortet der Forscher dahin, dass erstere kräftige Exemplare, die anderen schwächliche Tiere sind. —

Rücksichtlich des Baues und des Wachstums der Feder, wie auch der Natur und Eigenschaften des Pigments konnten solche Annahmen nicht gut weitere Anhänger finden.

Jeder Ornitholog weiß, dass die Vögel Jahre dazu gebrauchen, um ihr vollkommenes Gefieder zu erlangen, zumal, wenn dieses verschiedene und unregelmäßige Muster in der Zeichnung aufweist. Gelingt es aber, von einer Art eine gute Serie zusammenzustellen, d. h. fast jede denkbare Stufe des betreffenden Vogels zu erhalten, so kann man an den Exemplaren eine fortwährende Veränderung der Farbe wie auch der Zeichnung durch Umfärbung ohne Mauser scheinbar beweisen. Mit anderen Worten, eine vorhandene Mauser wirkt durchaus nicht bei allen Vögeln gleichartig, sondern bringt im Wechsel einige bedeutend weiter vorwärts als andere. Auch kann es vorkommen, namentlich bei unregelmäßigen Mustern und Farbenzeichnungen, dass man an ein und demselben Individuum Federn findet, welche in ihren Zeichnungen noch Phasen von verschiedenen bestimmten oder eigenartigen Mauserungen aufweisen. Und ein solches Uebergangsstadium war es ohne Zweifel, welches Schlegel vor sich hatte, als er vor einem halben Jahrhundert die Erklärung abgab, dass alle Vögel ihr Prachtgewand durch Umfärbung ohne Mauser erhielten, auf welcher dann Fatio und Severtzof ihre Theorien aufbauten.

Bedauerlicher Weise werden mausernde Vögel von Museen wie Privatsammlern als wertlos betrachtet und nur solche in gutem Gefieder begehrt, wiewohl jene oft weit lehrreicher als diese sind. Wenn man sich nun eine gute Serie mausernder Exemplare vornimmt, von denen man vermutet und die das Aussehen haben, dass bei ihnen der Farbenwechsel ohne Mauserung vor sich geht, so wird man finden, dass die teilweise und scheinbar gefärbten Federn ihr späteres Aussehen bereits haben, wenn sie aus der Scheide, in der sie sich bilden herauskommen und diese (täuschenden) Federn ihr eigenartiges Aussehen nicht durch einen späteren (und unbegreiflichen) Wechsel oder durch die Art der färbenden Materie erhalten.

Wie schon gezeigt und wie vielen Ornithologen bekannt, wechseln

viele Vögeln die Farbe oft ohne Mauser; aber ebenso wohlbekannt ist es, dass dieser auffallende Farbenwechsel vom Winter- zum Prachtkleid nicht einer Zunahme des Pigments zuzuschreiben ist, sondern einfach einer allmählichen Abnutzung der hellfarbigen Federkanten, wodurch die schon vorhandenen Farben des Prachtgewandes einfach bloßgelegt werden. Mit diesem Vorgange ist das Verbleichen der Farben an einigen Teilen mehr oder weniger verbunden. Beweise hierfür liefern *Plectrophenax nivalis* und *Dolichonyx oryzivorus*. In weniger auffallender Weise ist der Wechsel beinahe an allen einmal mausernden Vögeln zu beobachten und bei vielen, die eine zweite oder Frühlingsmauser durchmachen, wenn die Federn ihres neuen Gewandes zu Anfang mehr oder minder befranst und oberflächlich aschgrau, gelb, olivenfarben angehaucht sind. Diese Fransen verschwinden bei dem doppelten Prozess der Abnutzung und des Verfärbens schneller oder langsamer. Ein sichtbarer Wechsel mit weniger Verlust derselben wird durch Witterungseinfluss erzeugt; dann tritt gewöhnlich ein Ausbleichen der Farben ein, in einzelnen Fällen werden sie aber auch intensiver, wie z. B. Braun, das sich in Graubraun und Rotbraun verwandelt. Neben der Abnutzung der Feder mögen wohl auch chemische Einflüsse auf die bloßgelegte Feder einwirken. In solchen Fällen findet indessen keine Zuführung von Pigment statt, keine Abänderung des Musters, keine „Neuschmückung“ und keine Verwandlung weißer Federn in schwarze — es ist einfach ein leichter Wechsel der Tonfarbe.

Es ist höchst beachtenswert, dass, soviele Autoren über den Farbenwechsel der Vogelfeder geschrieben haben, soviele Theorien aufgestellt worden sind.

In verschiedenen Fällen ist angenommen, dass das Fett des Körpers das Beförderungsmittel der färbenden Materie ist, die entweder durch Aufsaugen oder Kapillarität oder sonstige unbekannte Prozesse in den Körper der Feder fließt.

In einem Falle (Fatio) ist das Körperfett kein Beförderungsmittel für das Pigment, sondern nur ein auflösendes für die Pigmentkörperchen.

In einem andern Falle (Severtzof) fließt eine Absonderung — kein Fett — von dem Körper in die Feder und verbreitet sich durch Endosmose in ihre entferntesten Zellen, in dem sie das Pigment, das sie mit sich führt, in Lagern absetzt, bis die Feder schließlich gefärbt ist.

Wie die mutmaßliche Absonderung, welche mechanisch (nicht physiologisch) als färbendes Mittel wirkt und mit dem Pigment behaftet wird, versucht niemand zu erklären. Jedoch gestehen einige der Theoretiker ein, dass es ihnen ganz unerklärlich ist, wie sich das Pigment durch den einfachen physischen oder mechanischen Prozess so ablagern könne, dass es farbige Muster auf den verschiedenen Federn hervorbringt.

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Im Jahre 1896 sind erschienen:

Abhandlungen, Paläontologische. Herausgegeben von E. Dames und E. Kayser. **Neue Folge. Dritter Band. (Der ganzen Reihe siebenter Band.)** Heft 2. Koken, E., Die Reptilien des norddeutschen Wealden. Nachtrag. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. Preis: 9 Mark. — **Neue Folge. Zweiter Band. (Der ganzen Reihe sechster Band.)** Heft 6. Futterer, K., Ueber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der Karnischen Voralpen. Mit 7 Tafeln und 2 Textfiguren.
Preis: 12 Mark.

Assmann, Dr. Richard, Professor in Berlin, **Das Klima.** Mit 1 Abbildung. — **Schellong,** Dr. O., Arzt in Königsberg in Pr., **Akklimatisation und Tropenhygiene.** In einem Bande. Preis: 2 Mark 50 Pf.

Beard, John, D. Sc., University Lecturer in Comparative Embryology and in Vertebrate Zoology, Edinburgh, **On certain problems of Vertebrate Embryology.** Preis: 2 Mark.

Edelmann, Dr. R., Direktor der städtischen Fleischbeschau, Docent für Fleischbeschau an der Königl. tierärztl. Hochschule zu Dresden, **Fleischbeschau.** Preis: 4 Mark.

Fodor, Josef von, Professor der Hygiene a. d. Kgl. Ung. Universität zu Budapest, Mitglied der Ung. Akademie der Wissenschaften, L. L. Dr. (hon. c.) der Universität zu Cambridge etc., **Hygiene des Bodens.** Mit besonderer Rücksicht auf Epidemiologie und Bauwesen. Mit 23 Abbildungen und 2 Curventafeln.
Preis: 4 Mk. 50 Pf.

Frenkel, Dr. Ferdinand, Professor am Königl. Gymnasium zu Göttingen, **Anatomische Wandtafeln für den naturwissenschaftlichen Unterricht an höheren Lehranstalten.** Acht Tafeln in grösstem Landkarten-Imperialformat. 112/128 cm. Mit erläuterndem Text. Tafel 1/2; 3 Blatt. (I. Frontabschnitt des Brustkorbes, obere Bauchorgane, Zwerchfell. — II. Vorderansicht der Lungen im Zustande der Einatmung, Kehlkopf, Luftröhre und Schilddrüse.)
Preis à Tafel: 5 Mark; do. aufgezogen: à 10 Mark.

Handbuch der Anatomie des Menschen in acht Bänden, herausgegeben von Prof. Dr. Karl von Bardeleben in Jena.

Lieferung 1: **Skelettlehre.** Abteilung I. **Allgemeines. Wirbelsäule. Thorax.** Von Prof. Dr. J. Disse in Marburg. Mit 69 Abbildungen (Originalholzschnitten) im Text.
Preis für Abnehmer des ganzen Werkes: 3 Mk., Einzelpreis: 4 Mk.

Lieferung 2: **Harn- und Geschlechtsorgane.** Abteilung I. **Die weiblichen Geschlechtsorgane.** Von Dr. W. Nagel, Privatdozent an der Universität, erster Assistent der geburtshilfl. gynaekolog. Klinik der Charité in Berlin. Mit 70 teilweise farbigen Originalholzschnitten.
Preis für Abnehmer des ganzen Werkes: 5,50 Mk., Einzelpreis: 7 Mk.

Lieferung 3: **Skelettlehre.** Abteilung II. **Kopf.** Von Prof. Dr. F. Graf Spee in Kiel. Mit 102 teilweise farbigen Originalholzschnitten im Text.
Preis für Abnehmer des ganzen Werkes: 9 Mk.. Einzelpreis: 11,50 Mk.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. Februar 1897.** **Nr. 3.**

Inhalt: **Rosenthal**, Emil du Bois-Reymond. — **Keller**, Biologische Studien. — **Lebedinsky**, Zur Entwicklungsgeschichte der Nemertinen. — **Unbehaun**, Versuch einer philosophischen Selektionstheorie.

Emil du Bois-Reymond.

Geb. 7. Nov. 1818. Gest. 26. Dezember 1896.

(Rede, gesprochen in der gemeinschaftlichen Sitzung der physikalischen und der physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 22. Januar 1897.)

Von **J. Rosenthal.**

Die Bedeutung eines hervorragenden Mannes zu würdigen und ihr, wenn auch mit Liebe, so doch mit strenger Unparteilichkeit in dem Rahmen eines kurzen Vortrages gerecht zu werden, ist sicherlich eine schwere Aufgabe. Sie wird noch erschwert, wenn es sich um einen Mann handelt, welcher in verschiedenen Gebieten Großes geleistet hat, wie schon die Stellung beweist, die er als langjähriger Sekretar der Akademie, als Präsident und Ehrenpräsident der physikalischen, als Vorsitzender der physiologischen Gesellschaft während der ganzen Dauer ihres Bestehens eingenommen hat. Sie wird vollends schwierig, wenn sich ganz von selbst die Erinnerung aufdrängt an die Meisterschaft, mit welcher der Verstorbene Lebensbilder zu entwickeln verstand, denen gegenüber zweifelhaft bleibt, was man mehr bewundern soll: die außerordentliche Gelehrsamkeit, das verständnisvolle Eindringen in die verschiedenartigsten Gebiete des Wissens, oder den Schwung der Gedanken und der Sprache, die er zu handhaben verstand wie ein geschickter Experimentator seine wissenschaftlichen Apparate, mit Hilfe derer er vor den Augen seiner Zuhörer die verwickeltsten Naturvorgänge wiedererstehen lässt; oder endlich das liebevolle Versenken in die feinsten Regungen der Geistesthätigkeit seiner Helden, gleich als hätte er alle Regungen ihrer Seele miterlebt und mitempfunden.

Denn du Bois-Reymond war nicht nur ein großer Physiker und Physiologe, er war auch ein echter Historiker.

Ich denke, wenn ich ihn so nenne, nicht in erster Linie an die musterhaften Beiträge zur Geschichte spezieller Zweige der Wissenschaft, welche er der Darstellung seiner eignen Untersuchungen einverleibt hat, sondern vielmehr an jene formvollendeten Schilderungen, die er in Form von Reden von vergangenen Zeiten gab, von Menschen und ihren Bestrebungen, von dem ersten Entstehen und der allmählichen Entwicklung der Ideen, von seinen Beiträgen zur Kulturgeschichte, deren selbständigen Wert neben dem, was man sonst schlechtweg als „Geschichte" zu bezeichnen pflegt, er selbst so schön und treffend hervorgehoben hat [1]).

In seinem Geiste lebte die Vergangenheit, in seiner Darstellung wurde sie wieder lebendig auch für uns andre, mochte er uns einführen in die Gedankengänge der alten Naturforscher und Philosophen oder in die Gesellschaft jener Männer aus der Zeit der Aufklärung oder in die von ihm besonders geliebte Tafelrunde des großen Friedrich. Wie in den Schöpfungen des ihm eng befreundeten großen Altmeisters des Griffels und der Palette jene Gestalten unserm Auge wiedererstanden sind, so hören wir in du Bois' Schilderungen ihre geistvollen Gespräche, vernehmen ihr feines oder auch sarkastisches Lächeln, lernen von ihnen erhabene Gedanken oder beobachten ihre kleinen Schwächen mit dem milden Auge des Menschenfreundes, der auch in den Fehlern noch die gute Seite eines Jeden zu finden weiß.

Man hat mit Recht behauptet, die Geschichte könne nur von reiferen Männern richtig gewürdigt werden. Das gilt, mehr noch als von der äußeren Geschichte der Völker, Staatsmänner und Feldherren, von der Geschichte der Wissenschaften. Darum halte ich es auch für übertrieben, wenn so oft der unhistorische Sinn unsrer studierenden Jugend beklagt, wenn getadelt wird, dass Vorlesungen über Geschichte der Medizin so selten gehalten oder, wenn gehalten, nicht gehört werden. Wer in die Wissenschaft selbst erst eingeführt werden soll, für den wird eine chronologische Aufzählung der im Laufe der Zeiten sich ablösenden Lehrmeinungen oder der einzelnen Entdeckungen taubes Gestein und darum langweilig sein. Anders aber, wenn, wie es du Bois empfohlen hat, der Lehrvortrag eines jeden Faches selbst von historischem Geist getragen und an der Hand der Geschichte die Wissenschaft, wie sie jetzt ist, gleichsam wie aus ihren Bausteinen aufgebaut wird. Gerade in den induktiven Wissenschaften ist der historische Gang vielfach auch der einer natürlichen und logischen Entwicklung. Versteht es der Lehrer, in diesem Sinne vorzutragen, so wird er nicht nur seine Zuhörer fesseln, er wird auch in ihnen den Sinn und das Verständnis für die geschichtliche Betrachtung wecken.

1) Kulturgeschichte und Naturwissenschaft. Reden I, S. 240.

Solchen Bestrebungen kommt zu statten, dass die Methoden der Forschung in den induktiven Wissenschaften und in der Geschichte nicht so verschiedenartig sind, als wohl vielfach geglaubt wird. Und damit erklärt sich auch, wie in einem Manne von der Art du Bois-Reymond's die Begabung für diese beiden, sonst getrennten Gebiete vereinigt sein und herrliche Früchte zeitigen konnte. Freilich genügt für eine solche Geschichte der Wissenschaften nicht die trockene Aneinanderreihung von Daten und Ereignissen; es genügt nicht, dass der sehr gelehrte Historiker Hunderte von alten Folianten durchgelesen und excerpiert hat; nein, wir wollen erfahren, wie es kam, dass Lehrmeinungen entstanden und wieder vergangen, von anderen sogenannten Systemen, abgelöst worden sind. Zu solcher Geschichtsdarstellung bedarf es eines weiten Blicks. Die Methode der Einzelforschung dagegen ist nicht so sehr verschieden von der in den sogenannten induktiven Wissenschaften. In beiden Fällen handelt es sich zunächst darum, Thatsachen festzustellen, die Zeugnisse für dieselben auf ihre Zuverlässigkeit zu prüfen, um schließlich zur Wahrheit oder, wo diese nicht zu finden ist, zur größten Wahrscheinlichkeit zu gelangen. Ob die Thatsachen durch Beobachtung und Versuch, oder ob sie durch kritische Prüfung der Zeugnisse aus Archiven oder aus andern Berichten der Zeitgenossen gewonnen werden, ist für die wissenschaftliche Verwertung von verhältnismäßig untergeordneter Bedeutung. Diese nimmt erst nach Sicherung der thatsächlichen Unterlagen ihren Anfang.

Es könnte nach dem Gesagten auffallend erscheinen, warum du Bois-Reymond bei seinem Uebergang von der Theologie zur Naturwissenschaft nicht von der Geologie, mit der er sich zuerst beschäftigte, dauernd gefesselt wurde, da doch die Geologie an sich schon eine historische Wissenschaft ist, mehr als mancher andre Zweig der Naturwissenschaft. Die Erklärung liegt nahe. Als du Bois am Ende der 30er Jahre seine geologischen Studien begann, hatte die Geologie die ihr gemäße Form historischer Forschung noch nicht gefunden. Das thatsächliche Material war noch zu gering; statt aber geduldig die Feststellung der Thatsachen anzustreben und abzuwarten, bis dies gelungen, suchte man die klaffenden Lücken durch kühne Hypothesen zu überbrücken und, dem Geist der damals noch mächtigen Naturphilosophie entsprechend, aus willkürlich ersonnenen Theorien die fehlenden Thatsachen zu konstruieren. Das konnte einen wahrhaft historisch veranlagten Geist nicht fesseln. Ich bin zu dieser Auffassung durch Aeußerungen aus du Bois-Reymond's Munde gelangt, welche er gelegentlich eines Gespräches über die Vorlesungen des Dichters und Naturphilosophen Steffens machte. In anderen Zweigen der Naturwissenschaft, die gleichfalls ihrer Natur nach historisch sind, z. B. in der Phylogenie, spukt jenes Bestreben auch heute noch. Hat es doch sogar in der eigentlichen Geschichte selbst sein Wesen ge-

trieben, wovon uns Buckle in seiner Geschichte der Civilisation ergötzliche Beispiele mitteilt.

Wie dem auch sei, wir können es nur als einen Gewinn für die Wissenschaft ansehen, dass du Bois schließlich bei der Medizin anlangte und auf diesem Wege der große Physiker und Physiologe wurde, als welchen wir ihn heute feiern. Seit dem Jahre 1841, wo ihm sein Lehrer Johannes Müller Mateucci's „Essai sur les phénomènes électriques des animaux" in die Hand gab, bis zu seinem Lebensende hat er im Dienste dieser Wissenschaften gearbeitet. Und wenn auch sein großes Werk über tierische Elektrizität unvollendet geblieben ist, was er in dem langen Zeitraume von mehr als fünfzig Jahren geleistet hat, wird von dauerndem Werte für sie bleiben.

Unter Johannes Müller hatte die Physiologie eine reiche Entwicklung erlangt. Noch war ihre Trennung von der vergleichenden Anatomie nicht vollzogen; aber auch die rein morphologischen Untersuchungen, indem sie unsre Kenntnis von den verschiedenen, in der Tierreihe vorliegenden Organisationen erweiterten, bahnten besseres Verständnis der Lebensvorgänge an. Daneben wurde die von Harvey (1619) begründete experimentelle Physiologie durch Johannes Müller selbst, durch die Gebrüder Weber, durch Magendie u. a. eifrig gepflegt. Neben der fortschreitenden Erkenntnis des feineren Baus der Gewebe wurden die Errungenschaften der Physik und Chemie für das Verständnis des Kreislaufs, der Atmung, der Verdauung, der Sinnesthätigkeiten nutzbar gemacht. Aber die Verbindung mit Chemie und Physik blieb eine lockere. Gerade das, was der Physiologie am wichtigsten gewesen wäre, war zum großen Teil den Physikern und Chemikern selbst noch unbekannt. Diese hatten genug zu thun, um die ihnen näher liegenden Aufgaben zu lösen. Von der Physiologie wussten sie, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, in der Regel so wenig, dass sie sich daran gewöhnt hatten anzunehmen, die Gesetze, welche sie erforschten, hätten in den lebenden Wesen keine Geltung. Justus Liebig, der es als einer der ersten unternahm, mit der Fackel der Chemie das dunkle Getriebe des Tier- und Pflanzenlebens aufzuhellen, war doch selbst von jener Ueberzeugung so durchdrungen, dass er den chemischen Wirkungen, bei aller Wichtigkeit, die er für sie zur Aufklärung einzelner Vorgänge in Anspruch nahm, nur eine sekundäre Rolle, gleichsam unter Oberaufsicht der „Lebenskraft" zuschrieb. Trotz aller Förderung, welche die Physiologie diesem großen Chemiker verdankt, war sein Wirken doch wegen der Willkür, mit der er über noch nicht genügend erforschte Fragen der Physiologie urteilte, häufig ein verderbliches, so dass die von du Bois herrührende Bezeichnung Liebig's als „Geißel Gottes, welche in unseren Tagen über die Physiologen verhängt wurde"[1]), der Sachlage vollkommen entsprach.

1) Untersuchungen über tierische Elektrizität, Bd. I, Vorrede S. XXVII.

Johannes Müller's großes Ansehen zog junge Männer von Begabung naturgemäß in seine Nähe. Nach Schwann und Henle traten fast gleichzeitig Ernst Brücke, Emil du Bois-Reymond, Hermann Helmholtz in diesen Kreis, jene drei, welche mit dem aus andrer Schule entsprossenen Carl Ludwig für mehr als ein Menschenalter die Führer der deutschen Physiologen, die Begründer der neuen Physiologie überhaupt werden sollten. Was jene drei auszeichnete, das war ihre damals noch ungewöhnliche gründliche Vorbildung in der Physik. Man kann sie ohne weiteres als in beiden Wissenschaften gleich heimisch bezeichnen. So kam es, dass die Mediziner Helmholtz und du Bois-Reymond (Brücke hatte kurz vorher Berlin verlassen) mit anderen Teilnehmern des Magnus'schen Colloquiums die Begründer der physikalischen Gesellschaft wurden. Für die Physiologie aber entstand aus dieser Vereinigung eine neue Richtung. Die physikalische Physiologie, deren anerkanntes Haupt sehr bald du Bois-Reymond wurde, hat neue Wege erschlossen. Wenn sie neuerdings wieder etwas in den Hintergrund tritt, so bauen doch die heutigen Physiologen auf dem Grunde, der durch jene Männer urbar gemacht war, arbeiten mit Apparaten, die sie erfunden, und kein Physiologe wird heute seiner Wissenschaft gerecht werden, wenn er nicht jenes Geistes, der Helmholtz und du Bois-Reymond beseelte, einen Hauch verspürt hat.

Bei dem Studium der physikalischen und chemischen Erscheinungen an Lebewesen stößt der Forscher nicht selten auf Lücken in den Grunddisziplinen; er muss versuchen sie auszufüllen. Auf diese Weise haben Physik und Chemie manche Anregung und Erweiterung erfahren; so, um nur einiges zu erwähnen, in der Hydrodynamik, in der Lehre von der Diffusion. Besonders fruchtbar aber wurden du Bois-Reymond's elektrische Arbeiten. Das von ihm konstruierte Induktorium, bei welchem er den Neeff'schen oder Wagner'schen Hammer in sinnreicher Weise verwendete, kann kein Physiologe heute entbehren und wir finden es in den Händen eines jeden Arztes. Aus ihm haben sich aber auch die mächtigen Induktorien entwickelt, welche zur Erzeugung der Röntgenstrahlen dienen; Physiologen wie Physiker bedienen sich des du Bois'schen Schlüssels, der von ihm zu einem praktischen Werkzeug umgeformten Pohl'schen Wippe. Dem Nobili'schen Multiplikator hat er eine vor ihm nicht geahnte Empfindlichkeit gegeben, die Theorie der astatischen Nadelpaare hat er entwickelt. Als er statt des Multiplikators die Wiedemann'sche Bussole mit Spiegelablesung zu benutzen begann, unterwarf er die Schwingungen der Magnete unter dem Einfluss der Astasierung durch den Hauy'schen Stab und der Dämpfung einer genauen Untersuchung und stellte die Bedingungen der aperiodischen Bewegung schwingender Magnete fest. Er maß und berechnete den zeitlichen Verlauf der indu-

zierenden und induzierten Ströme bei Induktorien und im Telephon. Die Poggendorff'sche Methode der Messung elektromotorischer Kräfte verbesserte er so, dass sie nicht bloß bequemer, sondern auch sicherer und genauer wurde. Seine Untersuchungen über Flüssigkeitsketten, über innere Polarisation poröser, mit Flüssigkeiten getränkter Leiter, über Polarisation der Elektroden und unpolarisierbare Kombinationen von Metallen und Salzlösungen, über elektrische Endosmose und die kataphorischen Wirkungen des Stroms, die elektrische Fortführung in Flüssigkeiten suspendierter Pulver, über die Ströme beim Schütteln und Drücken der Elektroden u. s. w. sind durch das praktische Bedürfnis hervorgerufen, bei seinen physiologischen Untersuchungen hervorgetretene Erscheinungen aufzuklären, sie sind aber auch der reinen Physik zu gute gekommen. Doch auch ohne solchen Anlass hat er physikalische Fragen behandelt, so die Nobili'schen Ringe und die Thermoströme in Krystallen.

Neben der Elektrizitätslehre interessierte du Bois ganz besonders die Lehre von der Diffusion, welche gleichfalls vielfach von Physiologen bearbeitet wurde, da sie auf wichtige Lebensvorgänge Licht zu werfen versprach. Eigene Untersuchungen hat er in diesem Gebiete nicht veröffentlicht. Nur in den Fortschritten der Physik berichtete er bis zu Anfang der sechziger Jahre kritisch und hie und da eigene Beobachtungen einflechtend über die einschlägigen Untersuchungen sowie über Elektrophysiologie. Dann übernahm ich auf seinen Wunsch das Referat, gab es aber auf, als mit der weiteren Entwicklung die den Physikern und den Physiologen gemeinsamen Gesichtspunkte in Folge der Zersplitterung in Einzelarbeit immer spärlicher wurden. Heute hat die Diffusionslehre in Folge des Anstoßes von Seiten der physikalischen Chemie erneute Bedeutung erlangt und wird wiederum von Physiologen eifrig betrieben.

Obgleich du Bois, soviel ich sehen kann, die Mathematik nicht selbständig gefördert hat, beherrschte er sie doch so weit, dass er in seinen physikalischen Arbeiten überall da, wo es die Natur der Untersuchung zuließ, die experimentelle Forschung durch den mathematischen Kalkül vervollständigen und zum theoretischen Abschluss bringen konnte. Aber auch da, wo dies nach der Sachlage unthunlich war, bediente er sich gern der mathematischen Ausdrucksweise. Man kann ja in vielen Fällen auch dann, wenn die quantitative Untersuchung zur Aufstellung einer Gleichung nicht ausreicht, die Beziehungen zwischen Größenreihen unter dem Bilde der mathematischen Funktion darstellen. Diese, der analytischen Geometrie entlehnte Betrachtungsweise in der Physiologie einzubürgern, war sein stetes Bestreben. Sicher wird dadurch die Anschaulichkeit nicht selten gewinnen. Mit welchen Einschränkungen das Verfahren bei den meist ungenügenden Daten in

der Physiologie verwendbar ist, hat er selbst klar dargelegt[1]); trotzdem hat er nicht verhindern können, dass von mancher Seite Missbrauch damit getrieben wurde. Den größten Nutzen hat es der Physiologie indirekt geleistet, indem es die Einbürgerung der graphischen Methoden begünstigt und dadurch zur Aufklärung verwickelter Vorgänge beigetragen hat.

Ich komme jetzt zur eigentlichen Lebensarbeit du Bois-Reymond's, der Untersuchung der elektromotorischen Erscheinungen tierischer Gewebe. Sie begann 1841; 1843 wurden die wesentlichsten Ergebnisse in einer Reihe von Leitsätzen in Poggendorff's Annalen veröffentlicht, dann in seinem großen Werke „Untersuchungen über tierische Elektrizität" mit allen historischen Exkursen, Beschreibnng von Apparaten, Versuchsanordnungen, physikalischen Erläuterungen u. s. w. dargestellt[2]). Das Hauptergebnis dieser Untersuchungen lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

Von allen in den tierischen Organen vorkommenden Geweben sind die Muskeln und Nerven allein im Stande, selbständig elektromotorisch zu wirken; sie thun dies nur, so lange sie ihre Lebenseigenschaften bewahren. Abgestorbene Nerven und Muskeln sind wie alle anderen Gewebe unwirksam. Bei der Thätigkeit, welche in den Muskeln durch die Kontraktion, bei den Nerven durch die äußerlich nicht sichtbare Erregung, die aber auf andre Organe übertragen werden kann, erkennbar ist, erleiden jene von ihnen ausgehenden elektromotorischen Kräfte Veränderungen, die negative Schwankung, wie sie du Bois-Reymond nannte. Der Schlag des elektrischen Organs muss als eine dieser negativen Schwankung analoge Erscheinung angesehen werden. An den Nerven entdeckte du Bois außerdem noch eine Veränderung der elektrischen Spannungen unter dem Einfluss eines durch einen Teil des Nerven geleiteten konstanten Stroms. An der Seite der Anode nehmen die Spannungen zu, an der Seite der Kathode ab und zwar in einem mit der Entfernung von den Elektroden regelmäßig abnehmenden Maße. Diesen sogenannten elektrotonischen Aenderungen der Spannung entsprechen, wie Herr Pflüger später gefunden hat, Aenderungen der Erregbarkeit, welche an der Anodenseite herabgesetzt, an der Kathodenseite erhöht ist und zwar gleichfalls in regelmäßig mit der Entfernung von den Elektroden abnehmendem Maße.

Man kann sich heutzutage kaum eine Vorstellung von den Schwierigkeiten machen, welche zur Feststellung dieser Sätze überwunden werden

1) Untersuchungen über tierische Elektrizität. Vorrede, Bd. I, S. XXVI.

2) Der erste Band erschien 1848, der erste Teil des 2. Bandes 1849, der 2. Teil Bogen 1—24, 1864; Bogen 24—37, größtenteils schon lange vorher gedruckt, wurden 1884 ausgegeben. Berlin bei G. Reimer. Einzelne Abhandlungen in den Monatsberichten der k. preuß. Akademie uud im Archiv für Anatomie und Physiologie in den Jahren 1856—1890, gesammelt in 2 Bänden 1875 und 1877, Leipzig bei Veit & Co.

mussten. Um die Verbindung der zu untersuchenden tierischen Teile, welche elektrisch als feuchte, von Elektrolyten durchtränkte Leiter anzusehen sind, mit den metallischen Enden des zum Nachweis der Ströme dienenden Multiplikators herzustellen, ohne dass an diesen Enden, also außerhalb der tierischen Teile elektromotorische Kräfte auftraten, bedurfte es langwieriger Vorbereitungen. War dies gelungen, so hatte man mit der Polarisation zu kämpfen, welche die mühsam errungene Gleichartigkeit der Multiplikatorenden oft wieder aufhob. Als im J. 1859 die Einführung der gleichartigen und unpolarisierbaren Kombination: amalgamiertes Zink und Zinksulfat [1]) in die Technik der elektrophysiologischen Versuche erfolgte, deren Anwendung es heute dem Schüler gestattet, nach kurzer Anweisung die Hauptversuche selbstständig nachzumachen, war die größte Arbeit längst gethan. Zur Untersuchung der Nervenströme reichten die damals vorhandenen Multiplikatoren nicht aus; du Bois-Reymond musste sich einen Multiplikator von genügender Empfindlichkeit erst herstellen, seine Eigenheiten studieren, die Ablenkung durch die Drahtmassen kompensieren. Um Nerven und Muskeln zu reizen und die Reizstärke abstufen zu können, musste das Induktorium mit verschiebbarer sekundärer Rolle (Schlittenin duktorium) hergestellt werden. Alle diese Schwierigkeiten überwand du Bois nicht etwa spielend. Schritt für Schritt drang er ein in das von ihm zu bebauende Gebiet, dem Pionier vergleichbar, der mit Axt und Feuerbrand dem Urwald in harter Arbeit den Boden abringt, auf dem er seinen Samen aussäen will.

Ich habe oben gesagt, dass Muskeln und Nerven elektromotorisch wirken. Aber die Muskeln sind großen Teils unregelmäßig gebaut; nur wenige bestehen aus einander parallelen, von einem Ende des Muskels zum anderen reichenden Fasern. Schneidet man aus einem solchen ein beliebiges Stück heraus, das durch zwei parallele, zu der Faserrichtung senkrechte Schnitte begrenzt ist, so erhält man ein Gebilde, dessen Längsschnittflächen positiv sind gegen die Querschnitte; an den Längsschnitten ist die Mitte (der elektromotorische Aequator) am positivsten, an den Querschnitten der Mittelpunkt am negativsten. Zerschneidet man ein solches Muskelstück in kleinere Stücke, so verhält sich jedes Stück genau so wie früher das ganze, ähnlich wie sich Bruchstücke eines Magnetstabes als ganze Magnete verhalten, jedes mit einem Nord- und Südpol und einer Zone schwächster Wirkung, dem magnetischen Aequator. Aehnliche Verhältnisse zeigen sich an Nerven, deren Fasern in den Nervenstämmen stets einander parallel liegen. Legt man die Querschnitte an den Muskeln schief an, so dass sie mit der Richtung der Fasern einen nichtrechten Winkel bilden, so ergeben sich Verschiebungen der Spannungsverteilung: die stumpfen Ecken werden an den Längsschnitten positiver, an den Querschnitten

1) Monatsber. d. Akad., 1859, S. 443.

weniger negativ, die spitzen Ecken an den Längsschnitten weniger positiv, an den Querschnitten stärker negativ. Diese Verhältnisse gestatten, die Erscheinungen an unregelmäßig gebauten Muskeln zu deuten.

Die erwähnte Aehnlichkeit des elektromotorischen Verhaltens der tierischen Teile mit den Magneten veranlasste du Bois zur Aufstellung einer Hypothese, welche der allgemein anerkannten Ampère'schen von der Konstitution der Magnete nachgebildet ist. Muskeln und Nerven bestehen nach ihr aus regelmäßig angeordneten Teilchen, den peripolar negativen Molekeln, welche dem Längsschnitt eine positive Mittel- oder Aequatorialzone, den Querschnitten negative End- oder Polarzonen zuwenden. Bei der Thätigkeit der Muskeln und Nerven und im Elektrotonus sollen diese Molekeln Lageveränderungen der Art erfahren, dass daraus die beobachteten Aenderungen der Spannung folgen.

Es ist bemerkenswert, dass die neueren Entdeckungen über den Bau der Muskelfasern sich mit der du Bois'schen Vorstellung sehr gut vereinigen lassen. Man kann nämlich die kleinsten Teilchen, durch deren elektrische Potentialdifferenzen die Erscheinungen an ganzen Muskeln oder beliebigen Stücken derselben erklärt werden sollen, sehr wohl mit dem zusammenstellen, was die Histiologen „Muskelkästchen" genannt haben. Nur thut man gut, die irreleitende Bezeichnung „Molekeln" fallen zu lassen und lieber von „Muskelelementen" zu sprechen oder einen ähnlichen unverfänglichen Ausdruck zu gebrauchen [1]). Für den Nerven freilich ist ein analoger Parallelismus zwischen Strukturelementen und hypothetischen Trägern der elektrischen Spannungen nicht so deutlich nachgewiesen.

Außerdem ist zu erwähnen, dass, wie Helmholtz gezeigt hat, die Spannungsverteilung an der Oberfläche eines nach du Bois-Reymond's Hypothese mit elektromotorischen Kräften erfüllten Leiters den thatsächlich vorhandenen Spannungen entspricht [2]).

Ich musste diese Auseinandersetzung vorausschicken, um klar zu machen, welche Bedeutung wir der seit dem Jahre 1867 zunächst von Herrn L. Hermann begonnenen Bekämpfung der du Bois-Reymond'schen Lehren zuzuschreiben haben.

Nach Herrn Hermann sind die beschriebenen, von du Bois beobachteten Erscheinungen an den Muskeln und Nerven nicht, wie jener angenommen hatte, bedingt durch elektromotorische Kräfte im Innern des Muskels oder Nerven, sondern sie entstehen erst durch die An-

1) Vergl. Rosenthal, Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven. Leipzig 1877, S. 222 ff.

2) Helmholtz, Poggendorff's Annalen, Bd. 89, S. 211 ff.; Rosenthal, a. a. O. S. 228. Für das elektrische Organ hat Kirchhof eine mathematische Ableitung gegeben. du Bois-Reymond, Gesammelte Abhandlungen, Bd. II, S. 637.

legung der Querschnitte. An den Schnitten sterbe die lebende Substanz äußerst schnell bis auf eine gewisse Entfernung hin ab und diese abgestorbene Schicht verhalte sich negativ gegen die lebende.

Es lässt sich nicht leugnen, dass man sich die Sache so vorstellen kann; aber daraus folgt noch nicht, dass man sie sich auch so vorstellen muss, dass jede andre Vorstellung, welche den Thatsachen gleichfalls gerecht wird, falsch sei. Allerdings hat du Bois selbst nachgewiesen, dass die Muskelsubstanz, welche während des Lebens neutral oder zuweilen schwach alkalisch reagiert, beim Absterben sauer wird, und ebenso muss zugegeben werden, dass das Absterben an der Schnittstelle rasch eintritt. Aber nicht bewiesen ist, dass zwischen lebender und abgestorbener Muskelsubstanz eine elektromotorische Wirkung bestehe, welche der Größe und dem Vorzeichen nach derjenigen zwischen Längs- und Querschnitt des Muskels gleich ist. Das wird vielmehr von Herrn Hermann als selbstverständlich vorausgesetzt. Für den Nerven fehlt es ferner an einer der Säuerung der Muskelsubstanz analogen Erfahrung. Beide Hypothesen stehen sich also zunächst höchstens gleichwertig gegenüber und erst die Betrachtung der übrigen Thatsachen kann zu gunsten der einen oder der anderen den Ausschlag geben.

Hierfür soll nach der Ansicht vieler heutiger Physiologen entscheidend sein die sogenannte „Präexistenzfrage", d. h. die Frage ob an einem unversehrten lebenden Muskel überhaupt Potentialdifferenzen nachweisbar sind.

Nach den ersten Angaben du Bois-Reymond's sollten die sogenannten natürlichen Querschnitte eines Muskels, d. h. die vom Sehnengewebe überzogenen Enden der Muskelfasern gleichfalls negativ gegen den Längsschnitt sein. Als er dann später fand, dass natürliche Querschnitte weniger oder zuweilen gar nicht negativ sind, stellte er die Lehre von der parelektronomischen Schicht oder parelektronomischen Strecke auf, d. h. er nahm an, dass an den natürlichen Faserenden die Anordnung der elektromotorisch wirksamen Teilchen eine andre sei als in den anderen Teilen der Faser. Von Herrn Hermann wird die Präexistenz des Muskelstroms schlechtweg geleugnet. Findet man bei noch so sorgfältiger Präparation an einem vollkommen unversehrten Muskel den Querschnitt negativ, dann behauptet er, dass trotz aller Vorsicht dennoch etwas von dem Hautsekret an denselben gekommen sei, und es wird schwer sein, das Gegenteil zu beweisen. Wird aber keine Potentialdifferenz gefunden, dann erklärt er das für den normalen Zustand was wiederum nicht widerlegt werden kann.

Wir werden daher gut thun, die Präexistenzfrage als unentschieden anzusehen. Ja wir können sogar so weit gehen, mit Herrn Hermann anzunehmen, ein normaler Muskel sei wirklich stromlos; was würde daraus für die du Bois'sche Auffassung folgen?

Wenn die Muskelelemente in der Weise, wie du Bois annahm, Träger elektrischer Potentialdifferenzen sind, so lässt sich nach dem von Helmholtz entwickelten Prinzip der elektromotorischen Oberfläche die Verteilung der Spannungen an der Oberfläche berechnen. Ist der unversehrte Muskel stromlos, d. h. haben alle Punkte der Oberfläche gleiches Potential, dann muss man eine solche Aenderung in der Grundannahme machen, dass auch dieser Forderung genügt wird. Das leistet du Bois-Reymond's Annahme von der parelektronomischen Schicht. Sie ist also theoretisch durchaus zulässig.

Wem diese Betrachtungsweise nicht anschaulich genug erscheint, der wird vielleicht durch den Vergleich mit den Magneten den Sinn derselben leichter erfassen. Man denke sich einen Faraday'schen geschlossenen Ringmagneten, ein sogenanntes Toroid, wie man jetzt sagt. Ein solches Toroid zeigt nach außen keinerlei magnetische Wirkungen. Schneidet man aber aus demselben einen Sektor heraus, so werden dieser sowohl wie der Rest sich als Magnete erweisen, jeder Teil wird einen Nordpol und einen Südpol haben.

Angenommen, die ersten Magnete, welche den Physikern zu Händen gekommen, wären solche Ringmagnete gewesen. Hätte nicht ein findiger Kopf auf den Gedanken geraten können, der nach dem Abfeilen eines Stücks auftretende Magnetismus wäre erst durch dieses Abfeilen entstanden. Er hätte gewiss auch irgend eine scharfsinnige Hypothese ersinnen können, um das Auftreten anziehender und abstoßender Wirkungen, die vorher nicht dawaren, zu erklären.

So aber hat der historische Gang der Erfahrung, welche uns erst mit natürlichen und künstlichen Magneten und ihren Eigenschaften, dann mit den Erscheinungen der magnetischen Induktion, dem Elektromagnetismus u. s. w. bekannt machte, die Physiker zu der Auffassung geführt, dass ein jeder Magnet aus einer großen Zahl kleinster Magnete bestehe, ja dass solche schon im unmagnetischen Eisen existieren, nur nicht regelmäßig geordnet; und diese Auffassung hat selbst gegenüber der von Faraday herrührenden, jetzt erst zum Durchbruch kommenden Auffassung von den Kraftlinien Stand gehalten.

Die Veränderungen, welche bei der Thätigkeit in Muskeln und Nerven entstehen, hat du Bois-Reymond als „negative Schwankung" bezeichnet, was zunächst nur besagt, dass sie entgegengesetzes Vorzeichen haben, wie die gewöhnlich von ihm beobachteten Ströme zwischen Längs- und Querschnitt. Ein wesentlicher Fortschritt in der Kenntnis derselben nach du Bois-Reymond's grundlegender Arbeit wurde von Herrn Bernstein angebahnt[1]), welcher zeigte, dass bei lokaler Reizung von Muskel- oder Nervenfasern gleichzeitig mit dem Erregungsvorgang

1) J. Bernstein, Monatsber. d. pr. Akad., 1867, S. 444 und: Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsystem. Heidelberg 1871.

und mit gleicher Geschwindigkeit eine elektrische Veränderung sich fortpflanzt der Art, dass die erregte Stelle negativ wird gegen jede zurückliegende oder folgende ruhende Stelle. Herr Hermann hat hierzu noch die Hypothese gefügt, dass bei Erregung des Muskels vom Nerven aus analoge negative Wellen von der Nerveneintrittsstelle aus nach den Enden der Muskelfasern hinlaufen. Er nennt die bei der Thätigkeit auftretenden Aenderungen der Potentialverteilung „Aktionsströme". Der Name ist zweckmäßig. Für unsre Auffassung ist es aber ohne Belang, ob die neu auftretende Wirkung sich zu einem Strom algebraisch hinzuaddiert, dessen Intensität einen positiven Wert hat oder den Wert Null.

Diese Veränderungen lassen sich, wenn man von der Hypothese du Bois-Reymond's ausgeht, leicht durch Lageänderungen der „Molekeln" anschaulich machen. Herr Hermann aber nimmt an, dass in den erregten Teilchen chemische Umänderungen Platz greifen, Zersetzungen oder Spaltungen einer hypothetischen Substanz, analog den Zersetzungen oder Spaltungen beim Absterben; durch diese werde die erregte Stelle negativ. Unmittelbar darauf aber finde die Wiederherstellung der ursprünglichen Substanzen statt und damit höre die Potentialdifferenz auf[1]).

Man kann die Vorstellung du Bois-Reymonds eine mechanische oder physikalische nennen und im Gegensatz dazu die des Herrn Hermann eine chemische. Es giebt, wenn ich so sagen darf, physikalische und chemische Köpfe. In der Vorstellung der einen stellt sich alles, worüber sie nachdenken, unter dem Bilde von Bewegungen oder Lageveränderungen von Molekeln dar, bei den andern unter dem Bilde chemischer Vorgänge. Ich vermute, dass entscheidend dafür, welche Art von Vorstellungen den Vorrang gewinnen, die ersten und darum auch festesten Associationen sind, welche sich beim Nachdenken über wissenschaftliche Probleme gebildet haben. Solche feste Associationen werden schließlich zu einer fast unwiderstehlichen Macht, welche anderen Vorstellungen den Eintritt in den Ideenkreis ganz und gar verwehrt.

Mir will jedoch scheinen, dass auch chemische Gesichtspunkte uns abhalten sollten, die Hermann'sche Auffasssung für eine glückliche zu halten. Ein tetanisch contrahierter Muskel, der äußerlich keinerlei Gestaltveränderung aufweist, lässt einen Ton hören und zeigt dadurch an, dass in seinem Innern Bewegungen stattfinden. Bei willkürlich zusammengezogenen Muskeln entspricht der Ton 32—36 Schwingungen in der Sekunde. Helmholtz hat es sehr wahrscheinlich gemacht,

1) In seiner neueren Darstellung (Handbuch der Physiol., Bd. I, 1, S. 205 ff.) gibt Herr Hermann diese seine Erklärung zwar in weniger bestimmter Weise wieder als in seinen ersten Publikationen; dass er sie aber noch für zutreffend hält, geht aus seinen Erörterungen über die Theorie der Kontraktion hervor (S. 250 ff.).

dass das, was wir hören, der erste Oberton ist, dass also eigentlich 16—18 Schwingungen in der Sekunde statthaben. Wenn man aber einen Muskel von seinem Nerven aus durch schnell aufeinander folgende Induktionsströme reizt, dann entspricht die Tonhöhe genau der Anzahl der Reize. Man kann so leicht 500—600 Schwingungen in der Sekunde erzeugen. Und jeder dieser molekularen Bewegungen entspricht eine elektrische Schwankung. Die Magnetnadel zwar kann diesen schnellen Schwankungen nicht folgen. Leitet man aber die Muskelströme durch den Nerven eines zweiten Muskels, so verfällt dieser in sekundären Tetanus. Ist es nun, frage ich, leicht, sich vorzustellen, dass Spaltungen und Synthesen in den chemischen Bestandteilen des Muskels mit diesen Geschwindigkeiten sich vollziehen? Demgegenüber scheint mir die Vorstellung bewegter Molekeln, welche uns von den Erscheinungen des Magnetismus her geläufig ist, den Vorzug zu verdienen.

Auch du Bois-Reymond's Lehre vom Elektrotonus der Nerven lässt Herr Hermann nicht gelten. Nach ihm sind die betreffenden Erscheinungen nur Folgen der Polarisation eines von elektrolytisch leitender Masse umgebenen „Kernleiters". Ob unter letzterem der Axenzylinder oder der ganze Inhalt der Nervenfaser zu verstehen sei, lässt er unentschieden, neigt aber mehr zu letzterer Ansicht. In diesem Falle wäre die elektrolytisch leitende Hülle durch das Neurilemma, im ersteren durch die Markscheide gegeben. Einen Versuch, aus dieser Auffassung des Elektrotonus die mit demselben verbundenen, von Herrn Pflüger entdeckten Veränderungen der Erregbarkeit abzuleiten, hat er nicht gemacht. Ebensowenig hat er bewiesen, dass zwischen den in der Nervenfaser vorhandenen Substanzen Polarisation von der Stärke, wie sie zur Erklärung der Erscheinungen erforderlich wäre, auftritt.

Aus dem Gesagten geht wohl unwiderleglich hervor, dass an den thatsächlichen Feststellungen du Bois-Reymond's so gut wie nichts geändert ist und dass sich der ganze Streit nur um die hypothetischen Vorstellungen dreht. Alles Hypothetische ist aber nur ein Gleichnis. Hypothesen sind Formeln, durch welche eine Summe von Einzelthatsachen, in einen kurzen Satz zusammengefasst, dargestellt werden kann. Lassen sich aus dem Satz wie aus dem Major in einem guten Syllogismus durch Deduktion Schlußfolgerungen ableiten, welche mit der Erfahrung übereinstimmen, dann ist die Hypothese gut. Müssen aber immer neue Hilfshypothesen gemacht werden, um jede Einzelerscheinung zu deuten, dann ist der Zweck der wissenschaftlichen Betrachtung, den Zusammenhang der Einzelthatsachen unter einander klar zu legen, nicht erreicht. Solche Hypothesen sind daher für den Fortschritt der Wissenschaft von geringem oder keinem Wert.

Mit seinem großen Werke waren du Bois-Reymond's Arbeiten über die elektromotorischen Wirkungen der tierischen Gewebe abge-

schlossen. Die Nachträge zu demselben, deren letzter 1890 erschien, betreffen nur einzelne Fragen und ändern an dem Ganzen nichts Wesentliches. Dagegen beschäftigte ihn während dieser Zeit fortwährend das Problem der elektrischen Fische.

Selbstverständlich mussten diese merkwürdigen Tiere, deren gewaltige Wirkungen über die elektrische Natur derselben keinen Zweifel zulässt, ihn mächtig anziehen. Im J. 1857 gelang es ihm zum ersten Male, lebende elektrische Fische (Malopterurus electricus aus Süd-Afrika) in Berlin untersuchen zu können. Später erhielt er auch lebende Torpeden. Zum Studium der elektrischen Gymnoten wurde auf sein Betreiben der leider kurz nach der Rückkehr auf einer Bergfahrt verunglückte Dr. Carl Sachs aus Mitteln der Humboldtstiftung von der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften ausgesandt. Einen schönen Nachruf hat du Bois-Reymond diesem seinem begabten Schüler gewidmet[1]), das Ergebnis seiner Versuche hat er nach den hinterlassenen Tagebuchaufzeichnungen bearbeitet und nebst zwei anatomischen Abhandlungen des Herrn Fritsch über Gehirn und Rückenmark und über das elektrische Organ des Gymnotus als besonderes Buch herausgegeben[2]). Aus den anatomischen Arbeiten von Bilharz, Boll, M. Schultze, Babuchin und Fritsch geht hervor, dass die elektrischen Organe sozusagen umgewandelte Muskeln sind. Hieraus und aus den physiologischen Versuchen hat du Bois-Reymond den Schluss gezogen, dass auch in elektrischer Beziehung die sogenannten elektrischen Platten, welche als Grundelement der elektrischen Organe anzusehen sind, den Muskeln ähnlich wirken und wie diese durch den Nerven zur Thätigkeit angeregt werden; der veränderten Struktur ist es zuzuschreiben, dass diese Thätigkeit nicht als Kontraktion sondern durch den elektrischen Schlag sich äußert.

Allgemein ist die Ansicht verbreitet, dass du Bois-Reymond in den von ihm festgestellten elektromotorischen Erscheinungen an Muskeln und Nerven eine für die Erklärung ihrer Thätigkeit hochwichtige Eigenschaft, gleichsam das Geheimnis der Muskel- und Nervenwirksamkeit selbst gefunden zu haben glaubte. Und in der 1848 geschriebenen Vorrede zu seinen Untersuchungen spricht er sich auch ziemlich zuversichtlich in diesem Sinne aus[3]). Diese Zuversicht war nach seinen damaligen Erfolgen nur zu erklärlich. Nachdem Hausen in einem 1744 (ein Jahr nach seinem Tode) erschienenen Werke zuerst die Ansicht ausgesprochen hatte, dass alle sogenannten Naturkräfte auf ein und dasselbe „Fluidum" zurückgeführt werden könnten, als welches er die Elektrizität ansah und dass dieses auch den „Spiritus animales"

1) Deutsche Rundschau, Bd. XVIII, S. 390. — Auch abgedruckt in den „Reden", 2. Folge, S. 384 und im Eingang zu dem Buch: Dr. Carl Sachs, Untersuchungen am Zitteraal, Leipzig, Veit & Co., 1881.

2) S. die vorige Note.

3) Untersuchungen, Bd. I, S. XV.

der Nerven zu grunde liege, nachdem Galvani 1791 und bald darauf Volta den Grund zu der neuen Elektrizitätslehre, aber auch zu der späteren Elektrophysiologie gelegt hatten, nachdem du Bois-Reymond selbst 1843, genau hundert Jahre nach Hausen, Ströme in Muskeln und Nerven und ihre Veränderungen bei der Thätigkeit mit exakten Methoden gemäß dem Standpunkte der damaligen physikalischen Kenntnisse nachgewiesen hatte, lag es wohl nahe, die enge Zusammengehörigkeit beider oder gar ihre Identität anzunehmen. Aber schon im Jahre 1849, in dem Werke selbst[1]), spricht er sich viel vorsichtiger aus: „Es wird danach gerechtfertigt erscheinen", sagt er dort, „wenn wir die negative Schwankung fortan als das äußere Anzeichen der inneren Bewegungen im Nerven betrachten, aus welchen sich jener Vorgang zusammensetzt, gerade wie wir die negative Schwankung des Muskelstromes als das Merkmal der inneren Bewegungen im Muskel betrachten, welche die Zusammenziehung zur Folge haben".

In dieser Fassung kann der Satz auch heute noch als richtiger Ausdruck der uns bekannten Thatsachen gelten. Zwar haben manche jüngere Physiologen die elektrischen Erscheinungen der Muskeln und Nerven als etwas Accidentelles hinstellen wollen, indem sie die Erzeugung elektrischer Potentialdifferenzen, ohne genügende thatsächliche Grundlagen, als eine allgemeine Eigenschaft aller lebenden Substanz ansehen[2]). Dem ist aber nicht so. Außer Muskeln, Nerven und den elektrischen Organen der Fische zeigt nur noch ein Gewebe regelmäßige elektrische Erscheinungen, das Drüsengewebe. Wegen des unregelmäßigen Baues der meisten Drüsen hat aber an allen Punkten ihrer Oberfläche das Potential entweder gleiche Werte oder die Differenzen sind ganz unregelmäßig. Wo aber sogenannte einfache Drüsen in regelmäßiger Anordnung neben einander stehen, ist die Gesetzmäßigkeit ihrer Wirkungsweise nachweisbar[3]). Es ist aber gewiss bemerkenswert, dass wie die Muskeln und die elektrischen Organe der Zitterfische auch die Drüsen unter dem Einflusse der Nerven stehen und dass sie wie jene durch Reizung ihrer Nerven zur Thätigkeit angeregt werden. In den Muskeln zeigt sich die Thätigkeit als Kontraktion, in den elektrischen Organen als elektrischer Schlag, in den Drüsen als Sekretion. Aber die Erregung ist überall, in den Nerven wie in den von den Nerven aus erregbaren Organen, mit elektrischen Schwankungen verbunden. Wir haben also allen Grund, diese elektrischen Schwankungen als eine konstante und darum auch wohl wesentliche Begleiterscheinung

1) Untersuchungen, Bd. II, Abteil. 1 (1849), S. 563.

2) Die an Pflanzen (*Dionaea* u. a.) nachgewiesenen elektrischen Erscheinungen haben eine ganz andre Bedeutung.

3) So in der Haut der Amphibien, wo schon du Bois auf sie aufmerksam wurde, sowie in den Drüsen der Schleimhäute. Vergl. J. Rosenthal, Arch. f. Anat. u. Physiol., 1865, S. 301.

dessen anzusehen, was wir bei allen diesen Organen als spezifische Erregbarkeit oder Reizbarkeit kennen, und was physikalisch als Auslösung potentieller Energie bezeichnet werden kann.

Als du Bois-Reymond im J. 1858 den Lehrstuhl Johannes Müller's bestieg, war seine wissenschaftliche Hauptarbeit im wesentlichen abgeschlossen. Neben der Ergänzung und Vervollständigung derselben beschäftigte ihn jetzt die Bereicherung des physiologischen Instrumentariums mit neuen Vorrichtungen und Versuchsweisen und die Ausgestaltung des physiologischen Unterrichts mit Unterrichtsmitteln. Viele Demonstrationsversuche, welche jetzt Gemeingut aller Lehrer der Physiologie sind, wurden damals ausgearbeitet und sorgfältig geprüft[1]). Daneben entfaltete er eine rege Thätigkeit in der Ausbildung jüngerer Forscher. Aus den Ländern Europas sowie aus Amerika strömten Jünger herbei, von denen viele jezt auf Lehrstühlen wirken. Nur das physiologische Institut in Leipzig unter Ludwig's Leitung konnte sich einer gleichen Anziehungskraft rühmen; aber dieses Institut war mit einem damals noch ungewöhnlichen Aufwand von Mitteln neu eingerichtet, während du Bois-Reymond's Laboratorium aus zwei kleinen Zimmern und einem schmalen Gange im obersten Stock des Universitätsgebäudes bestand. Als dann endlich das großartige Institut nach du Bois-Reymond's eigensten Plänen entstand, in welchem wir heute versammelt sind, konnte er, auf die Erfahrungen jahrelanger erfolgreicher Lehrthätigkeit gestützt, in ihm das Ideal seines Lebens verwirklicht sehen, der physiologischen Forschung und Lehre eine Stätte zu bereiten, in welcher alle Zweige dieser ausgedehnten Wissenschaft gleichmäßig eine würdige Vertretung finden.

Was du Bois-Reymond seinen Schülern bieten konnte, war vor allem die Unterweisung in der exakten Arbeit, in der Benutzung und Verwertung der Hilfsmittel der verwandten Wissenschaften, namentlich der Physik, in der geschickten Verwendung der gegebenen, in der sinnreichen Erfindung neuer und zweckentsprechender Apparate. Auf ihn passt, was Benjamin Franklin gesagt hat, dass Niemand ein Physiker werden könne, der nicht im Notfalle mit der Säge zu bohren oder mit dem Bohrer zu sägen im stande wäre. Wie er selbst als junger Mann sich seine Apparate aus Glasplatten und Stäben, Kork und Siegelack gefertigt, wie er seinen ersten großen Multiplikator für den Nervenstrom sich selbst gewickelt hatte, so lernte man von ihm sich seine Vorrichtungen mit geringen Hilfsmitteln herstellen und dennoch gute Untersuchungen machen. Waren die Apparate aber erprobt, dann liebte er es, sie zum Gebrauch Aller auf das Beste und mit einer gewissen Eleganz ausführen zu lassen, worin ihn sein

1) Die Apparate sind zum Teil beschrieben in der Abhandlung „Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektrophysiologischen Zwecken". Abhandl. d. k. preuß. Akad., 1862; Gesammelte Abhandl., I, 145.

stets hilfsbereiter Freund Halske und der vortreffliche Sauerwald, den wohl noch manche der Anwesenden gekannt haben, wirksam unterstützten.

In den zwanzig letzten Jahren seines Lebens war du Bois-Reymond's Arbeit fast ausschließlich von seinen Geschäften als beständiger Sekretar der Akademie der Wissenschaften und von seinen Amtspflichten in Anspruch genommen. Daneben aber laufen seine Bestrebungen zur Ausbreitung naturwissentschaftlicher Erkenntnis auch außerhalb seines engeren Zuhörerkreises. Diese Bestrebungen haben ihn berühmt gemacht auch in solchen Kreisen, welche von seinen eigentlichen wissenschaftlichen Leistungen kaum etwas wissen; sie haben ihm viel Ruhm und Lob, aber auch viel Widerspruch und Anfeindungen zugezogen.

Zum Thema seiner akademischen Reden[1]) wählte er neben jenen historischen und literarischen Studien, von denen schon im Eingange die Rede war, gelegentlich auch allgemeine naturwissenschaftliche und philosophische Fragen. Er war ein eifriger Verfechter der Darwin'schen Lehre, zu deren Ausbreitung und Begründung er auch in seinen öffentlichen Vorlesungen „über physische Anthropologie" und „über einige neuere Fortschritte der Naturwissenschaften" beigetragen hat. In der Philosophie vertrat er einen geläuterten Materialismus, der freilich weit entfernt war von jenem seichten und groben Materialismus der fünfziger Jahre, dessen Vertreter in ihrer Unkenntnis über manche Schwierigkeiten des Problems sich mit leeren Redensarten hinwegsetzten, ohne das Hohle und Leere ihrer Phrasen zu merken. Durchdrungen von der Ueberzeugung, dass alle Naturvorgänge nur erkannt werden vermöge der uns durch die Sinne zugeführten Empfindungen, sah er in der mechanischen Auffassung jener Vorgänge unter dem Bilde von Bewegungen materieller Atome die einzig mögliche Art der wissenschaftlichen Erkenntnis. Um so nachdrücklicher wies er auf die Grenze dieser Erkenntnis hin, da wie er ausführlich darlegte, die Vorstellung von Bewegungen materieller Teilchen niemals darüber Aufschluss gibt, wie aus diesen Bewegungen Empfindung und Bewusstsein entstehen könne. Wie man auch zu diesen höchsten Fragen, welche den menschlichen Geist seit Jahrtausenden bewegen, sich stellen mag, niemand wird leugnen, dass du Bois Reymond redlich bemüht war, die Anschauungen, zu denen er als der Frucht seiner langen und tiefen Studien gelangt war, nach gewissenhafter Prüfung mit tapferem Freimut auszusprechen und dass er sie mit logischer Schärfe und mit einer gerade in der Diskussion solcher Fragen seltenen Beredsamkeit vorgetragen und verteidigt hat.

1) Sie sind nebst einigen außerhalb der Akademie gehaltenen gesammelt erschienen unter dem Titel: Reden von Emil du Bois-Reymond bei Veit & Co. in Leipzig, 1. Folge 1886, 2. Folge 1887.

Unwillkürlich drängt sich bei Erwähnung dieser Schriften die Erinnerung an jene erste, allgemeine Fragen der Lebenslehre betreffende Abhandlung „über die Lebenskraft“ auf, welche du Bois-Reymond der Vorrede zu seinen „Untersuchungen über tierische Elektrizität“ einverleibt hat[1]). Und wahrlich, der Glanz, welchen größere Lebenserfahrung, vertiefte Studien, umfassendere Kenntnis der Literatur, geläuterter Styl den Schriften des reiferen Mannesalters verleihen, vermögen nicht das helle Licht zu verdunkeln, das von jener Arbeit ausgeht. Getragen von dem Bewusstsein, eine große Sache zu vertreten, kämpft der Verfasser mit feurigem Schwung und glühender Begeisterung für die von ihm erkannte Wahrheit gegen die damals trotz vereinzelter Angriffe noch unerschüttert herrschende Lehre. Und eben dadurch erklärt sich auch sein großer und durchschlagender Erfolg.

Wie Karl der Große die Irmensäule stürzte, so sank unter den wuchtigen Hammerschlägen der du Bois'schen Kritik jener Götze der Lebenskraft und eine geläuterte, wissenschaftliche Auffassung konnte ihren Einzug halten in den Gedankenkreis der Physiologen. Ein glückliches Zusammentreffen günstiger Umstände hatte gerade zu rechter Zeit auch in der Entdeckung des Gesetzes von der Unveränderlichkeit des Energievorrats die Richtsschnur finden lassen, welche in der heutigen Physiologie allen Betrachtungen über Lebensvorgänge eine Stetigkeit verleiht, an der es damals noch fehlte[2]). Ein zweiter glücklicher Umstand war es, dass zu gleicher Zeit durch Herrn Virchow der Grund zu einer neuen wissenschaftlichen Pathologie gelegt wurde, welche auch die Mediziner den neuen Anschauungen zugänglicher machte. Darum zweifle ich nicht, dass die neue Regung vitalistischer Anschauungen, gegen welche auch du Bois-Reymond wieder Stellung genommen hat[3]) bald wieder verschwunden sein wird.

du Bois-Reymond war ein ausgezeichneter Schriftsteller. Seine Schriften gehören zu dem Besten, was in deutscher Prosa geschrieben worden ist. Auch sein mündlicher Vortrag war stets sehr gewählt in Ausdrucksweise und Satzbau. Letzterer erinnert, wenigstens in den Schriften der früheren Jahre, daran, dass Französisch die Sprache seines elterlichen Hauses war, dass er an den glänzenden Schriftstellern jenes Landes sich ebensosehr gebildet hatte wie an deutschen Mustern. Französisch war auch seine Vorliebe für einen gewissen Prunk der Sprache, für das, was die Franzosen „des grands mots“ nennen, für

1) Untersuchungen, Bd. I, S. XXXIV—L; abgedruckt in den Reden, 2. Folge, S. 8 ff.

2) Vergl. hierüber meinen Vortrag über Lavoisier. Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte. Versammlung zu Bremen. Leipzig 1890, S. 113; Biolog. Centralbl., 1890, S. 525.

3) Sitzungsber. d. k. pr. Akad., 1894. — Deutsche Rundschau, Bd. LXXXI, S. 384.

glänzende Bilder und geistreiche Antithesen. Das trat selbst in der gewöhnlichen Unterhaltung hervor, in der er oft durch Wendungen überraschte, von denen es zweifelhaft bleiben musste, ob sie geistreiche Eingebungen des Augenblicks waren oder glücklich angewande Beispiele seines erstaunlichen Gedächtnisses.

Und dieser Kelte, in dessen Adern wohl kaum ein Tropfen germanischen Blutes rann, der von französischer Bildung durchtränkt, französische Litteratur und Kultur auf das höchste schätzte, war doch ein echter deutscher Patriot, der flammende Worte fand, wenn es galt, fremde Ungebühr abzuwehren, der deutsches Wesen gegenüber fremdem mit liebevoller Sorgfalt psychologisch zu ergründen suchte. Das sollte denen zu denken geben, welche Rasseneigenschaften einen ungebührlichen Einfluss auf das Denken, Empfinden und Handeln moderner Kulturmenschen zuschreiben. Aber seine Liebe zu Deutschland hinderten ihn nicht Schatten zu erkennen und Warnungsrufe zu erheben, wo er es für nötig fand. Sein Patriotismus war echt, gerade weil er frei blieb von Selbstbespiegelung und schmeichelnder Verherrlichung der Fehler seines Volkes auf Kosten andrer.

Jetzt ist der beredte Mund verstummt, der so oft große und schöne Worte gesprochen. Mit ihm ist dahingegangen der letzte derer, welche um die Mitte unseres Jahrhunderts der experimentellen Naturwissenschaft neue Bahnen eröffneten. Einsamer und einsamer wurde es um ihn, aber noch hielt er sich aufrecht, einem knorrigen Eichbaum vergleichbar, der den Stürmen trotzt. Nun, da auch er gefallen, wie kurz vor ihm alle, die seinem Herzen nahe standen und zu denen wir mit bewundernder Ehrfurcht aufsahen, der feinsinnige Brücke, der geniale Helmholtz, der erfindungsreiche Siemens und so viele andere, beschleicht tiefe Wehmut unser Herz. Denn ach! wir werden niemals Ihresgleichen sehn.

Biologische Studien.

Von Dr. **Robert Keller** in Winterthur.

I. Ueber die Anpassungsfähigkeit phanerogamischer Landpflanzen an das Leben im Wasser.

Die vergleichende Anatomie der Hydrophyten d. h. der normal im Wasser, sei es als untergetauchte Wassergewächse, sei es als Schwimmpflanzen lebenden Phanerogamen, lässt eine Reihe von Uebereinstimmungen im Bau erkennen, die von der systematischen Stellung durchaus unabhängig sind. Man geht also wohl nicht fehl, wenn man annimmt, dass in diesen teils morphologischen, teils anatomischen Uebereinstimmungen der Repräsentanten verschiedener Familien oder Ordnungen die Anpassung an ihr gemeinsames Lebenselement, an das Wasser, zum Ausdruck kommt. Die Summe dieser Anpassungserschei-

nungen bildet den Charakter einer Wasserpflanze. Als Kennmale der Hydrophyten sind wesentlich folgende anatomische und morphologische Eigenschaften aufzufassen.

a) *Wurzel.* Bei den Wasserpflanzen scheint der Transpirationsstrom, welcher bei den Landpflanzen das Wasser und die Nährsalze aus dem Boden den Blättern zuführt, nach den neueren Untersuchungen von Hochreutiner (1.) allerdings nicht in dem Maße durch die Diffusion ersetzt zu werden, wie man namentlich unter dem Einfluss der grundlegenden Arbeiten Schenk's (2. 3.) anzunehmen gewohnt war. Wenn wir dennoch thatsächlich beobachten, dass das Wurzelwerk der Hydrophyten mehr oder weniger stark rückgebildet ist, in einer Reihe von Fällen selbst fehlt (z. B. bei *Aldrovanda*), so hängt dieses wohl damit zusammen, dass das Wasserabsorptionsorgan nicht mehr die bedeutenden Mengen des Transpirationswassers aufzunehmen hat wie bei einer Landpflanze, sondern wesentlich nur das Konstitutionswasser, d. h. das gleich den Nährstoffen zum Aufbau des Pflanzenkörpers dienende Wasser. Außer seiner schwachen Entwicklung ist das Wurzelwerk der Hydrophyten dadurch charakterisiert, dass die Wurzelhaare, die spezifischen Absorptionsorgane fehlen oder doch stark reduziert sind. Die Wasserpflanzen besitzen ferner sehr oft in unverzweigten langen, aus den Knoten hervorbrechenden Adventivwurzeln Organe, denen in höherem Maße die Bedeutung eines Haftorganes, als eines Ernährungsorganes zukommt.

In anatomischer Beziehung ist die Wurzel submerser Pflanzen dadurch gekennzeichnet, dass im Parenchym in mehr oder weniger bedeutendem Umfang luftführende Intercellularräume entstehen, die von der Schutzscheide nach außen an Größe zunehmen.

Der axilläre Leitstrang enthält nur wenige Gefäße.

b) *Stengel.* Er ist meist langgestreckt, dünn und biegsam, schwimmend oder flutend, reichlich verzweigt. Die Internodien sind wohl in Folge der schwächeren Beleuchtung langgestreckt. Die Leitbündel nehmen meist eine zentrale Lage an. Die die Bündel zusammensetzenden Elemente, vorab das Xylem, sind mehr oder weniger stark reduziert. In dem Maße, als die Leitbündel zu einem zentralen Leitbündel vereinigt erscheinen, beobachten wir das Schwinden des Markes.

Das Rindenparenchym ist im Verhältnis zum Leitbündelsystem sehr stark entwickelt, aus zartwandigen Zellen gebildet. In ihm entwickelt sich ein umfangreiches Durchlüftungssystem.

Das Hautgewebe ist von dem unmittelbar darunterliegenden Parenchym wenig verschieden, etwas kleinzelliger, chlorophyllhaltig; Spaltöffnungen fehlen; die Cuticula ist dünn.

c) *Laubblatt.* Die Gesamtheit der assimilierenden Fläche ist bei den Hydrophyten sehr geteilt im Gegensatz zu den oftmals durch große Blätter ausgezeichneten Schwimmpflanzen. Das Blatt ist durch große

Zartheit ausgezeichnet, aus wenigen Parenchymzellschichten aufgebaut. Die Pallisadenzellen, die dem direkten Licht angepassten Assimilationszellen, haben mehr isodiametrische Form angenommen, d. h. sie nähern sich der Gestalt der für diffuses Licht angepassten Assimilationszellen, den Zellen des Schwammparenchyms. Dieses besitzt nicht mehr die für dasselbe charakteristischen großen Intercellulargänge, sondern stellt ein geschlossenes Gewebe dar. Der dorsoventrale Bau geht mehr oder weniger vollständig verloren und wird zum isolateralen.

Die Epidermis ist chlorophyllhaltig, frei von Spaltöffnungen, die Cuticula nur als zartes, dünnes Häutchen vorhanden. Von oben betrachtet erscheinen die Epidermiszellen submerser Blätter quadratisch oder ungefähr rechteckig, nicht wellig.

Die Gefäße sind stark reduziert. Haarbildungen fehlen zumeist. —

Außer den typischen Hydrophyten gibt es eine Reihe von Pflanzen, die typisch terrestrische Pflanzen sind, aber unter Verhältnissen leben, die gelegentlich einzelne Individuen zu accidentellen Hydrophyten werden lassen. Eine Reihe von Arten unserer Sumpfflora, der Uferpflanzen unserer Bäche und Gräben, treffen wir ab und zu als echte Wasserpflanzen, als submerse Hydrophyten. Sie sind zum Teil schon Gegenstand morphologisch-anatomischer Untersuchung gewesen, weil sie sich zu einer Kontrolle des umgestaltenden Einflusses des Wassers auf den Bau der Pflanze besonders zu eignen schienen. So hat Costantin (4.) einen Einblick in den umändernden Einfluss des Wasserlebens unter anderem auch durch das Studium künstlich submers gemachter Pflanzen zu gewinnen gesucht, wobei er sich indessen auf die Anatomie des Stengels beschränkte.

Uns leiteten in den nachfolgenden Untersuchungen wesentlich zwei Gesichtspunkte:

1. Ist der Grad der Variabilität bei verschiedenen Arten verschieden?
2. Wird die Größe der Anpassungsfähigkeit an das Wasserleben durch die normalen Standortsverhältnisse einer Pflanze bedingt?

1. *Mentha aquatica* L.

Typisch findet sich die Wasserminze überall an Gräben und Bächen. Vom Ufer rückt sie nicht selten ins Wasser vor und wird gelegentlich zur echten untergetauchten Wasserpflanze.

Die nachfolgenden Angaben stützen sich auf Beobachtungen an flutenden Individuen aus einem Bache bei Sennhof in der Nähe von Winterthur. Das Wasser bewegt sich in demselben mit einer Geschwindigkeit von $^1/_3$—$^1/_2$ m pro Sekunde.

Der Stengel ist niederliegend; die unteren Teile desselben bilden ein im Boden versenktes Rhizom mit kurzen Internodien, an dessen Knoten lange, fadenförmige, etwas verzweigte Wurzeln entspringen.

Von dem außer der Erde befindlichen Stengelteil gehen fast bis zu den obersten Internodien von den Knoten paarweise einfache lange Wurzelfasern mit den Blattpaaren alternierend ab. Durch sie wird der Stengel im Boden verankert, so dass nur der vordere Teil des Stengels frei im Wasser flutet. Die Blätter sind eiförmig, etwa $1^1/_2$ mal so lang als breit, gleich dem Stengel, im Gegensatz zu der typischen Form der Art völlig unbehaart.

Vergleichen wir zunächst den Bau des Blattes der submersen Form mit dem der außerhalb des Wassers wachsenden.

Der Blattstiel ist an Individuen, die außerhalb des Wassers wuchsen, tiefrinnig. In der Bucht der Rinne kommt ein Collenchymgewebe zur Ausbildung, dass sich bis in die Nähe der beiden medianen Gefäßbündel erstreckt. Es bildet sich so längs der Blattstielrinne ein kräftiger collenchymatischer Festigungsstrang von ovalem Querschnitt. Sein längerer Durchmesser beträgt ca. $^1/_5$ mm, der kürzere $^1/_{12}$ mm. Die Cuticula der Epidermis ist kräftig, durchschnittlich 0,006 mm. Aus den Oberhautzellen gehen zahlreiche Haare ab. Unter den kleinlumigen Oberhautzellen liegt eine Zellreihe, welche den Oberhautzellen, sowohl bezüglich der Größe, als auch der dickeren Zellwände entspricht. Das übrige Rindengewebe ist ein dünnwandiges, parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen einen Durchmesser von 0,025—0,08 mm besitzen. Zwei collenchymatische Stränge verlaufen ferner unterhalb der Gefäßbündel der Seitenwände der Rinne, die im Querschnitt un-

Fig. 1.

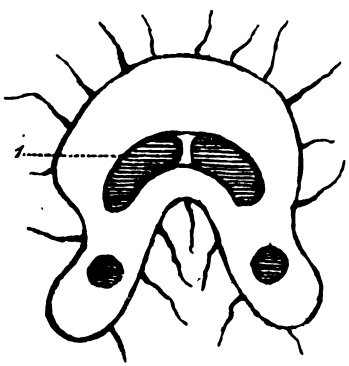


Fig. 2.

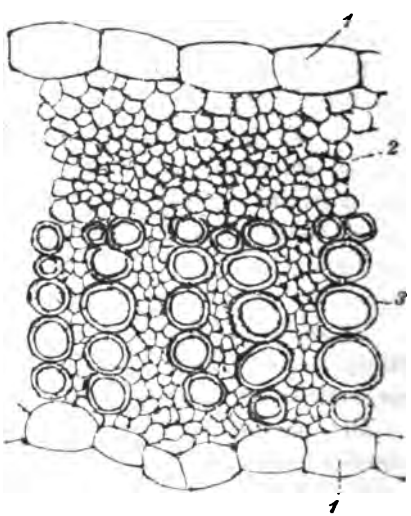


Fig. 1. *Mentha aquatica* (Landform). Querschnitt durch den Blattstiel. *1* = Mediane Gefäßbündel.

Fig. 2. *Mentha aquatica* (Landform). Teil eines medianen Gefäßbündels aus dem Blattstiel. Vergr. 350. *1* = Schutzscheide; *2* = Phloëm; *3* = Gefäßreihe.

gefähr kreisförmig sind und einen Durchmesser von etwa 0,18 mm haben.

Das Gefäßbündelsystem ist durch 4 Gefäßbündel repräsentiert, 2 kleinere, seitliche und 2 größere mediane, deren Gesamtumriss halbmondförmig ist (Fig. 1). Jedes dieser medianen Gefäßbündel enthält die Gefäße in 17—18 Reihen, in denen die Gefäße meist zu 5—6 angeordnet sind. Die 3 mittleren sind im allgemeinen die größten. Ihr Durchmesser beträgt 0,02—0,028 mm (Fig. 2).

Fig. 3.

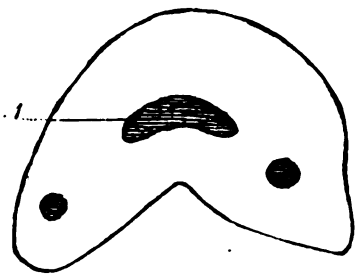


Fig. 4.

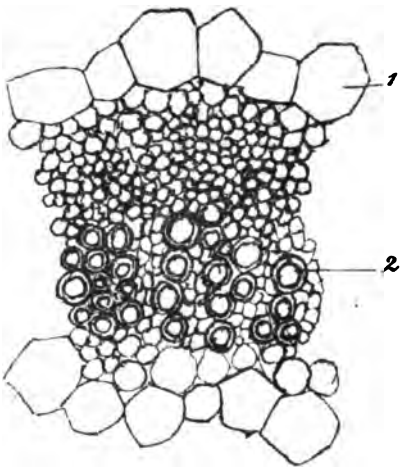


Fig. 3. *Mentha aquatica* (Wasserform). Querschnitt durch den Blattstiel.
1 = Medianes Gefäßbündel.

Fig. 4. *Mentha aquatica* (Wasserform). Vergr. 350. Submerser Blattstiel. Mittleres Drittel des medianen Gefäßbündels.
1 = Gefäßbündelscheide; *2* = Gefäße.

Der Blattstiel der submersen Form ist weniger tiefrinnig (Fig. 3). Das mediane collenchymatische Gewebe fehlt. Der Querdurchmesser der seitlichen Festigungsstränge beträgt 0,114 mm. Die Cuticula hat eine Dicke von 0,0029 mm. Das Gefäßbündelsystem ist durch 3 Gefäßbündel repräsentiert, nämlich durch die 2 seitlichen, deren Durchmesser nur ca. $^3/_4$—$^4/_5$ so groß ist, wie an der Landform und durch ein medianes. Der Umfang dieses letzteren kommt ungefähr dem eines einzelnen medianen Gefäßbündels der Landform gleich. Auch in ihm sind die Gefäße reihenweise angeordnet (Fig. 4). Lassen sich in der ganzen Fläche 20—24 Reihen unterscheiden, so beobachten wir doch nur in sechs Reihen größere Gefäße, deren Durchmesser mit 0,009—0,012 mm erheblich hinter dem der großen Gefäße aus dem Blattstiel der Landform zurückbleibt. Wenn also schon in diesen Verhältnissen in unzweideutiger Weise die Anpassung an den durch das Wasserleben bedingten veränderten Gebrauch zum Ausdruck kommt,

so wird diese Anpassung ganz augenfällig, wenn wir der Zahl der größern Gefäße der medianen Bündel der Landform jene der submersen gegenüberstellen. Dort beträgt sie ca. 160, hier ca. 15; dort beträgt ihr Gesamtdurchmesser ca. 4 mm, hier 0,15 mm.

Die Spreite wird durch das Wasserleben sowohl im Bau der Epidermis, als des Mesophylls verändert. Die Epidermis der Oberseite besteht bei der submersen Form aus viel größeren, jedoch auch chlorophyllosen Zellen als bei der Landform. Die Cuticula ist 0,0029 mm dick, d. h. ungefähr halb so stark wie bei der Landform. In höherem Maße noch als die Dicke dürfte bei der submersen Form die Cuticularisierung der Außenwand verringert sein, wie wir aus den Transpirationsversuchen schließen.

a) Transpirationsverluste eines Blattes der terrestrischen Form. Temperatur während des Versuches 14,5—16°. Feuchtigkeit 70—80%.

8. Nov. 96.	Gewicht des Blattes	Gewichtsverlust in g	Gewichtsverlust in % des Anfangsgew.	Gewichtsverlust in % des ursprüngl. Wassergehaltes
1^{15}	0,275 g			
1^{45}	0,252 „	0,023 g	8,3 %	10,2 %
2^{15}	0,235 „	0,040 „	14,6 „	17,8 „
2^{45}	0,221 „	0,054 „	19,6 „	24,1 „
3^{15}	0,211 „	0,064 „	23,2 „	28,6 „
3^{45}	0,200 „	0,075 „	27,2 „	33,3 „
4^{30}	0,189 „	0,086 „	31,2 „	38,4 „
6	0,165 „	0,110 „	40 „	49,1 „
9	0,131 „	0,144 „	52,3 „	64,3 „
Trockengewicht	0,051 g.			

b) Transpirationsverluste eines Blattes der submersen Form. Temperatur und Feuchtigkeit wie bei a.

1^{20}	0,089 g			
1^{50}	0,065 „	0,024 g	26,9 %	30,8 %
2^{20}	0,0465 „	0,0425 „	47,7 „	54,5 „
2^{48}	0,032 „	0,057 „	64 „	73,1 „
3^{18}	0,0235 „	0,0655 „	73,5 „	84 „
3^{50}	0,020 „	0,069 „	77,4 „	88,5 „
4^{33}	0,019 „	0,07 „	78,6 „	89,7 „
6^{5}	0,018 „	0,071 „	79,7 „	91 „
9^{5}	0,017 „	0,072 „	80,9 „	92,3 „
Trockengewicht	0,011 g.			

Von der Fläche gesehen erscheint die Epidermis der beiden Formen wellig (Fig. 7, 8, 9). An der submersen Form macht sich indessen die Tendenz zur Streckung der Epidermiszellen geltend, ohne dass allerdings die meist rechteckige Form der Epidermiszellen echter Hydrophyten erreicht würde.

Nach de Bary (5) soll de Candolle den submersen Blättern der *Mentha*-Arten die Spaltöffnungen abgesprochen haben, eine Angabe, der schon Rudolphi entgegentrat. An *M. aquatica* kommen thatsächlich auch den submersen Blättern Spaltöffnungen zu, nach einer approximativen Schätzung allerdings nur etwa $^1/_3$—$^1/_2$ mal so viele wie den Blättern der Landform. Sie sind tief in die Epidermis eingesenkt, so dass das Grübchen, das auch an den Blättern der Landform nicht fehlt, an den submersen Blättern fast doppelt so tief ist wie an der Landform. Leicht wird in diesem tiefen Grübchen an den Wänden durch Adhäsion ein ausgeschiedenes Gasbläschen

Fig. 5.

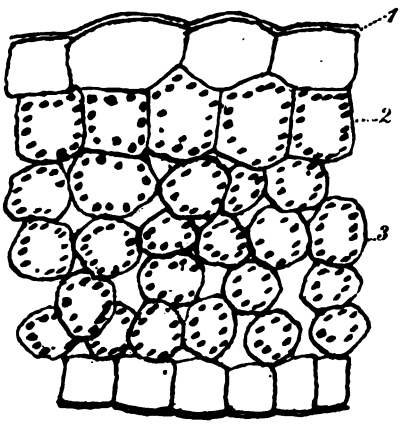


Fig. 6.

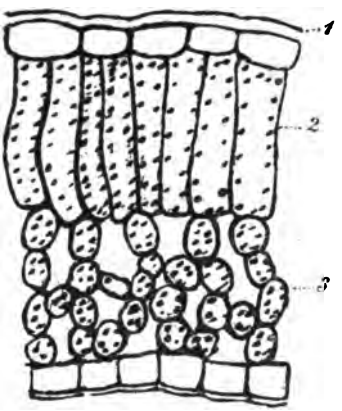


Fig. 7.

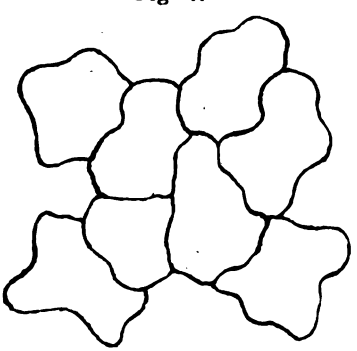


Fig. 8.

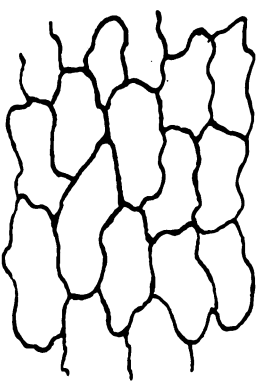


Fig. 5. *Mentha aquatica* (Submerse Form). Blattquerschnitt.
1 = Cuticula; *2* = Pallisadenzellen; *3* = Schwammparenchym.
Fig. 6. *Mentha aquatica* (Landform). Blattquerschnitt.
1 = Cuticula; *2* = Pallisadenzellen; *3* = Schwammparenchym.
Fig. 7. *Mentha aquatica*. Epidermis. Flächenansicht. (Landform). Verg. 350.
Fig. 8 *Mentha aquatica*. Blattepidermis. Flächenansicht. (Submerse Form). Vergr. 350.

lange haften können. Dadurch mag einer Verstopfung der Spaltöffnungen und der kleinen Atemhöhlen durch Wasser vorgebeugt werden.

Das Blatt der Landform (Fig. 6) ist durch einen dorsoventralen Bau ausgezeichnet. An unseren Präparaten beobachten wir unter der Epidermis der Oberseite eine Pallisadenzellreihe, deren Zellen bei einer Länge von 0,06—0,065 mm und einer Breite von 0,01—0,015 mm ziemlich die Hälfte des Mesophylls ausmachen. An sie schließt sich ein aus ovalen Zellen gebildetes lockeres Schwammparenchym an.

Das Blatt der submersen Form hat zwar den für typische Wasserpflanzen so charakteristischen isolateralen Bau noch nicht erreicht, nähert sich aber demselben außerordentlich. An Stelle der langgestreckten Pallisadenzellen beobachten wir unter der Oberhaut der Oberseite eine im Blattquerschnitt aus fast quadratischen Zellen gebildete Zellreihe, welche nur ca. $^1/_6$ des Blattquerschnittes einnimmt. An sie reiht sich das aus großen rundlich-polyedrischen Zellen gebildete Schwammparenchym zwar nicht in lückenloser Vereinigung seiner Zellen, aber doch ohne die großen Intercellularräume der Blätter der Landform an.

Fig. 9.

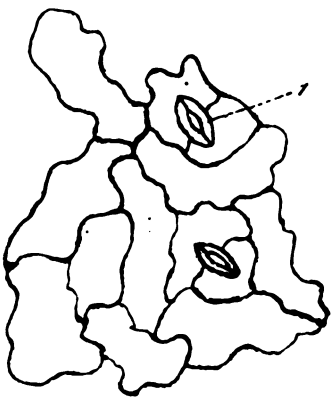


Fig. 10.

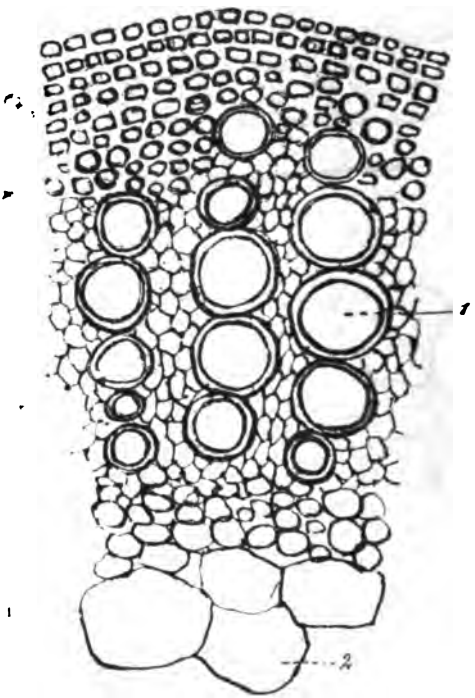


Fig. 9. *Mentha aquatica* (Submerse Form). Epidermis der Blattunterseite. Vergr. 350.

Fig. 10. *Mentha aquatica* (Landform). Partie des Xylems der Stengel. Vergr. 350. *1* = Gefäße; *2* = Markzellen.

Durch die bedeutende Verkürzung und Verbreiterung der Pallisadenzellen einerseits und durch die etwelche Vergrößerung der Schwammparenchymzellen anderseits, wird ein Blatt erzeugt, das annähernd isolateral gebaut ist.

Die Umwandlung, welche das Wasserleben auf den Bau des Stengels ausübt, hat schon Costantin (4) beschrieben. Wir können uns deshalb, da unsere Beobachtungen im wesentlichen nur eine Bestätigung seiner Angaben sind, kurz fassen. Das Rindengewebe der auf trockenem Boden gewachsenen Form der *Mentha aquatica* zeigt hin und wieder kleine Lücken. Am unteren Stengelteil sind — Costantin macht hierauf nicht aufmerksam — oftmals zahlreiche sklerenchymatische Zellen den dünnwandigen Rindenparenchymzellen eingestreut. An den Kanten ist ein collenchymatisches Gewebe und diesen gegenüber liegt das Gefäßbündelsystem. In jedem der 4 Gefäßbündel liegen die größeren Gefäße in 16—18 radiär verlaufenden Reihen, deren jede meist 5 größere Gefäße enthält (Fig. 10), von denen 3 durch besondere Größe ausgezeichnet sind. Ihr Durchmesser bewegt sich zwischen 0,029—0,036 mm. Auf dem Stengelquerschnitt sind demnach 180—210 große Gefäße.

Fig. 11.

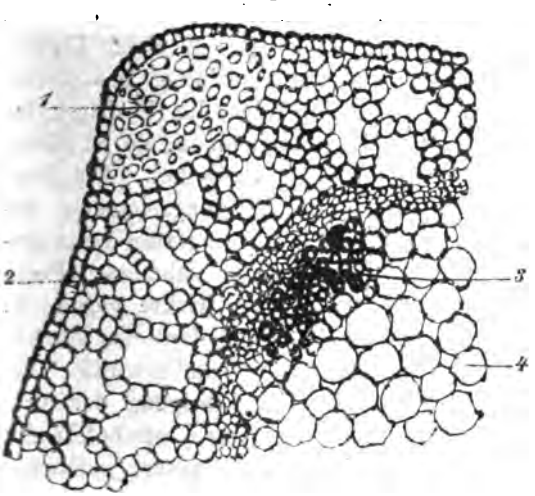


Fig. 12.

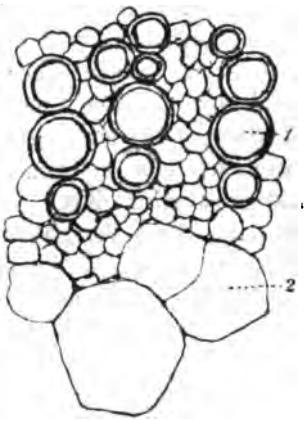


Fig. 11. *Mentha aquatica.* Stengelquerschnitt der submersen Form. *1* = Collenchym; *2* = Rindenparenchym mit den Lücken; *3* = Gefäßbündel; *4* = Mark.

Fig. 12. *Mentha aquatica* (Stengel). Stelle der größten Gefäße im Xylem der submersen Form. *1* = Gefäße; *2* = Markzellen.

Das Mark ist nicht ein geschlossenes Gewebe, sondern umschließt eine größere Centralhöhle.

Diese Verhältnisse sind an der submersen Form in folgender Weise variiert (Fig. 11). Die Lücken im Rindengewebe sind etwas häufiger

und viel größer. Während auf einer der Größe des Stengelquerschnittes von Fig. 11 entsprechenden Fläche der Landform 7 Rindenlücken zu zählen waren, also wenig mehr als die Hälfte der Lücken, der submersen Form, kam die größte nur der kleineren unterhalb des Collenchyms gleich. Der den Kanten nach verlaufende Collenchymstrang fehlt an der submersen Form nicht, sein Querschnitt ist aber nur ca. $^2/_3$ so groß, wie an der Landform.

Sklerenchymatische Einlagerungen beobachtete ich nicht. Ebenso fehlt eine dem Mark eingelagerte Centralhöhle. Die Gefäße sind wieder in radiären Reihen angeordnet. Ihre Zahl ist in jedem Bündel auf 10—12 reduziert (Fig. 12). In jeder Reihe sind nur 2 größere Gefäße, deren Durchmesser 0,02—0,025 mm beträgt.

Ein Unterschied besteht zwischen der Landform und der submersen in dem Verhältnis der 3 Gewebesysteme des Stengels, der Rinde, dem Gefäßbündelsystem und dem Mark. Nenne ich den Durchmesser des Markes 1, so kommt dem Gefäßbündelsystem der Landform die Breite 1, an der submersen Form die Breite 0,5 zu, der Rinde 0,8. Das Wasserleben führte also eine bedeutende Verringerung der Ausdehnung des Gefäßbündelsystems herbei, ein Umstand, der wesentlich durch die starke Reduktion der Leitungselemente bedingt wird.

So viele Anklänge unsere submerse Form der *Mentha aquatica* an die Organisation der echten Hydrophyten zeigt, in einem Punkte besteht ein wesentlicher Unterschied, in der Anordnung des Gefäßbündelsystems der Stengel. Wenn die Leitbündel der Hydrophyten im Stengel in der Regel eine zentrale Lage einnehmen, so ist hierin zweifellos eine mechanische Wirkung des Zuges zu sehen. Die Zugfestigkeit wird durch die zentrale Lage der Festigungselemente bestimmt. Ihrer Verschiebung folgen die ihnen angelagerten Leitungselemente. So groß die Anpassungsfähigkeit unserer submersen Form an das Wasserleben ist, die Macht der Vererbung wirkte gerade in diesem wichtigen Punkte der Lagerung des Gefäßbündelsystems stärker als die Anpassung. In stehenden Gewässern ist die zentrale Verschiebung der Gefäßbündel keine Forderung der Festigung der Axe. Sie darf hier, ohne dass die Pflanze geschädigt wäre, strebefest gebaut sein. In fließendem Wasser aber sichert sich unsere submerse Form dadurch in hohem Maße gegen die Gefahr des Zerreißens, dass sie sich sozusagen von Internodium zu Internodium verankert, bis sich schließlich der negativ geotropische Stengel aufwärts krümmt und mit seinem freien Ende flutend wird.

2. *Scrofularia Neesii* Wirtg.

An einem oberwärts bereits abgestorbenen Stengel dieser Art beobachtete ich in einem Riedgraben bei Wiesendangen (Winterthur) zwei submerse Blattbüschel, die aus Adventivknospen als sehr stark

verkürzte Triebe zur Entwicklung gekommen waren. Sie gestatteten mir den Einfluss des Wasserlebens wenigstens auf die Blätter der Pflanze zu prüfen, die bei uns hin und wieder an Gräben getroffen wird. Völlig submerse Individuen sah ich bisher nie. Bei dem kräftigen Wuchs der Pflanze und ihrer relativ bedeutenden Größe ist trotz ihres Standortes das submerse Vorkommen wenig wahrscheinlich.

In erster Linie mag das Verhalten der Blätter der Landform und der submersen zur Transpiration geprüft werden. Die Versuche ergaben zwischen beiden Differenzen. War zwar auch, wie bei *Mentha aquatica*, der größte Wasserverlust auf die ersten Versuchsstunden zusammengedrängt, so bestätigten die Ergebnisse der Transpirationsversuche doch in Uebereinstimmung mit *M. aquatica* die theoretische Voraussetzung, dass das dem Wasser entnommene Blatt der submersen Pflanze viel erheblicher unter dem Wasserverlust leidet, als das Blatt der Landpflanze.

Ich stelle im nachfolgenden eine Versuchsserie zusammen:

a) Transpirationsverlust eines Blattes der Landform.

Temperatur während des Versuches: 14—16°. Feuchtigkeit: 71,5—82%.

8. Nov. 96.	Gewicht des Blattes	Gewichtsverlust in g	Gewichtsverlust in % des Anfangsgew.
1^{25}	0,182 g		
1^{50}	0,169 „	0,013 g	7,14%
2^{23}	0,157 „	0,025 „	13,7 „
2^{53}	0,147 „	0,035 „	19,2 „
3^{20}	0,134 „	0,048 „	26,4 „
3^{50}	0,133 „	0,049 „	26,9 „
4^{32}	0,126 „	0,056 „	30,8 „
6^{9}	0,113 „	0,069 „	37,9 „
9^{7}	0,091 „	0,091 „	50 „

b) Transpirationsverlust eines Blattes der submersen Triebe.

1^{30}	0,225 „		
1^{55}	0,201 „	0,024 „	10,66 „
2^{25}	0,172 „	0,053 „	23,5 „
2^{55}	0,150 „	0,075 „	33,3 „
3^{25}	0,1315 „	0,0935 „	41,5 „
3^{56}	0,115 „	0,110 „	48,8 „
4^{37}	0,098 „	0,127 „	56,4 „
6^{10}	0,075 „	0,150 „	66,6 „
9^{10}	0,847 „	0,178 „	79,1 „

Diesem verschiedenen Verhalten beider Blätter entspricht die Verschiedenheit der Cuticula der Epidermiszellen. Sie hat bei den Blättern vom trockenen Standort eine Dicke von 0,0051 mm, an den submersen

Blättern von 0,0023 mm. Im übrigen sind die Epidermiszellen der beiden Formen kaum von einander verschieden. Vor allem beobachten wir auch an den submersen Blättern, oben und unten von der Fläche gesehen, fast kreisrunde Schließzellen mit Spaltöffnung. Im Gesichtsfelde (Okular 2, Objektiv D, Zeiss) liegen in der Epidermis der Oberseite 2—3 Spaltöffnungen, auf der Unterseite 15—17. Von der Fläche gesehen sind die Epidermiszellen wellig, allseitig gleich (Fig. 13).

Auf den Querschnitt durch das Blatt der typischen Pflanze (Fig. 15) beobachten wir zwei Pallisadenzellreihen. Die der Epidermis anliegende besteht aus Zellen, die 0,07 mm lang sind, die Länge der Zellen der 2. Reihe beträgt im Mittel 0,03 mm. Daran schließt sich ein sehr lückenreiches Schwammparenchym.

Fig. 13.

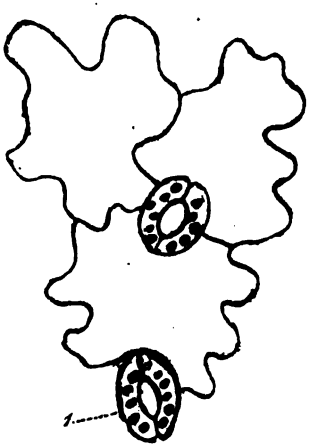


Fig. 14.

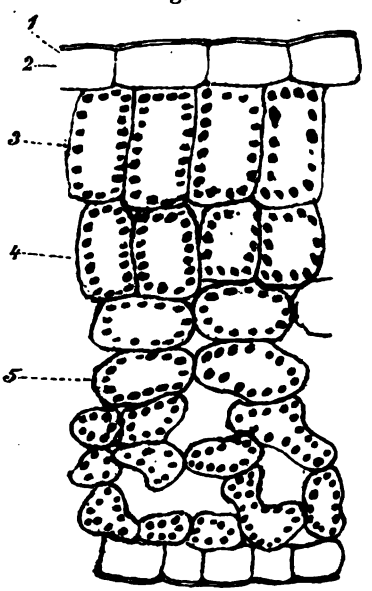


Fig. 13. *Scrofularia Neesii* (Submerses Blatt). Epidermis, Oberseite. *1* = Schließzelle mit der Spaltöffnung.

Fig. 14. *Scrofularia Neesii* (Submers). Blattquerschnitt. Vergr. 350. *1* = Cuticula; *2* = Epidermis; *3* = äußere und *4* = innere Pallisadenreihe; *5* = Schwammparenchym.

Das submerse Blatt (Fig. 14) zeigt in ausgesprochener Weise den dorsoventralen Bau des typischen Blattes. Unter der Epidermis liegen 2 Pallisadenzellreihen, von denen die äußere etwas gestrecktere Zellen besitzt, als die innere. Sie haben eine Länge von 0,04 mm, die der 2. Reihe von 0,03 mm. Das sich anschließende Schwammparenchym ist etwas weniger lückenreich als am typischen Blatt. In der Umwandlung des dorsoventralen zu dem für die Hydrophyten charakteristischen isolateralen Bau ist also nur ein sehr kleiner Schritt gethan. Er be-

steht in der Verkürzung des äußeren Pallisadengewebes und der dichteren Lagerung der Zellen des Schwammparenchyms. Diese leichte Abänderung unter dem Einfluss des Wasserlebens vermochte aber doch dem submersen Blatt den Charakter eines Geophytenblattes nicht zu nehmen.

3. *Glechoma hederacea* L.

An einem Torfgraben im Wiesendanger-Ried beobachtete ich etwa die Hälfte des langen kriechenden Stengels dieser Art unter dem Wasser. An jedem Knoten gingen, was wir übrigens auch an dem auf dem Festen wachsenden Stengel beobachten, eine Reihe von Wurzeln ab. Die Blätter zeigten unter dem Wasser eine analoge Entwicklung, so weit das äußerlich zum Ausdruck kam, wie die außerhalb des Wassers entstandenen. Vor allem war die Trichombildung nicht unterdrückt, wenn sie auch etwas spärlicher sein mochte. Diese Beobachtung machte wahrscheinlich, dass auch in den anatomischen Merkmalen des Blattes der Einfluss des Wasserlebens sich voraussichtlich nur in unbedeutendem Maße geltend machen würde.

Fig. 15.

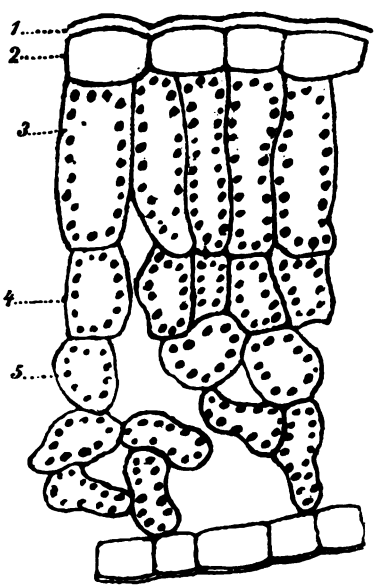


Fig. 16.

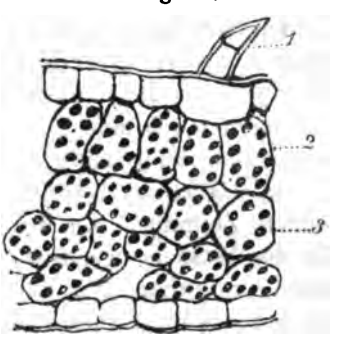


Fig. 15. *Scrofularia Neesii* (Landform). Blattquerschnitt. Vergr. 350.
1 = Cuticula; *2* = Epidermis; *3* = äußere und *4* = innere Pallisadenzellen; *5* = Schwammparenchym.

Fig. 16. *Glechoma hederacea* (Submers). Blattquerschnitt.
1 = Trichom; *2* = Pallisadenzellen; *3* = Schwammparenchym.

Blatt (Fig. 16). Auf dem Querschnitte durch den Blattstiel beobachten wir folgende anatomische Verhältnisse. Die Epidermis be-

sitzt an der Landform eine im Mittel 0,009 mm dicke Cuticula, an den dem submersen Teil der Pflanze entnommenen Blattstielen dagegen hat sie eine mittlere Dicke von 0,005 mm. Unter der Epidermis liegen 2—3 Zellreihen eines subepidermalen Gewebes, das von dem darauffolgenden Rindenparenchym durch dickere Wände und kleinere Lumina ausgezeichnet ist, das aber an den auf dem trockenen gewachsenen Blättern kaum anders entwickelt ist als an den submersen Blättern. Das Rindenparenchym der submersen Blätter ist im allgemeinen aus etwas größeren Zellen zusammengesetzt als bei den übrigen Blättern. Hier ist der Querdurchmesser der größten Parenchymzellen 0,05 mm, dort 0,06 mm. Der Typus des Gefäßbündelsystems entspricht im Wesentlichen dem in Fig. 1 u. 3 für *Mentha aquatica* dargestellten, mit dem Unterschiede jedoch, dass auch an den auf dem Trockenen gewachsenen Blättern nur ein medianes Gefäßbündel vorkommt. Es ist dasselbe nicht ganz doppelt so groß, wie an den submersen Blättern. Die Gefäße sind radiär angeordnet und zwar sind an den terrestrischen Blättern 12 Reihen mit durchschnittlich 25 größern und 35—45 kleineren Gefäßen. Der Querdurchmesser der ersteren beträgt 0,01—0,015 mm, der letzteren 0,005 und weniger. An den submersen Blättern beobachten wir im medianen Gefäßbündel 10 radiäre Gefäßreihen. Sie enthalten 15—17 größere und bis 30 kleinere Gefäße. Der Durchmesser jener beträgt indessen nur 0,01—0,0075 mm, an den kleineren ist er unter 0,005 mm.

Der Bau der Lumina ist dorsoventral. Unter der Epidermis, deren Cuticula 0,0033 mm beträgt, liegt eine aus verkürzten Pallisadenzellen gebildete Zellreihe. An den Blättern dieses Individuums, die außerhalb des Wassers wuchsen, sind aber die Pallisadenzellen ebenfalls auffällig verkürzt. Wir dürfen also im vorliegenden Fall ihre Form nicht auf das Wasserleben zurückführen. Dieses vermochte nur insofern einen Einfluss auf die Gestaltung des Mesophylls geltend zu machen als es an der submersen Form das Schwammparenchym zu einem kompakteren Gewebe werden ließ.

Stengel. Die anatomischen Verhältnisse des Stengels gleichen vielfach denen der *Mentha aquatica*. Längs der Kanten verlaufen collenchymatische Festigungsstränge, denen die 4 Gefäßbündel gegenüber liegen. Der Einfluss der submersen Lebensweise kommt in erster Linie in dem ungleichen Verhältnis der Gewebepartien zum Ausdruck. Auf einem Radius, der von der Kante zum Centrum der Axe verläuft kommen 9 Teile auf das Collenchym, 19 Teile auf das Rindenparenchym, 3 Teile auf das Phloem, 10 Teile auf das Xylem und 19 Teile auf das Mark. Der größte Teil desselben, nämlich 15 Teile, fällt auf die von den parenchymatischen Markzellen umschlossene Centralhöhle. An Präparaten submerser Stengelteile waren folgende relative Größenteile zu beobachten: Collenchym 9 Teile, Rindenparenchym 22,5 Teile,

Phloem 3 Teile, Xylem 6,5 Teile, Mark 13 Teile. Dem Mark fehlt die zentrale Höhle. Die durch den Standort bedingten Größenverhältnisse sind also folgende:

	Stengel außerhalb des Wassers		im Wasser	
Collenchym	15%	46,6	16%	58
Rindenparenchym	31,6 „		42 „	
Phloem	5%	21,6	5,5 „	17,5
Xylem	16,6 „		12 „	
Mark (incl. Centralhöhle)	31,6 „		24 „	

Bedeutende Vermehrung der Rinde einerseits, Verminderung der leitenden Elemente des Gefäßbündelsystems andrerseits, erscheinen also als die wesentlichsten Folgen der submersen Lebensweise. In der That sehen wir denn auch wieder eine starke Reduktion der Gefäße, wie die nachfolgende Gegenüberstellung lehrt.

	Gefäßbündel außerhalb des Wassers	im Wasser
Zahl der radiären Reihen	8—10	7
Größere Gefäße pro Reihe	2—5	1—3
Durchmesser der größeren Gefäße	0,017—0,0229 mm	0,0023—0,0011 mm.

(Zweites Stück folgt.)

Zur Entwicklungsgeschichte der Nemertinen.

Von **J. Lebedinsky**,
Privatdozent an der Universität in Odessa.

In der vorigen Notiz[1]) habe ich die Entwicklung von *Drepanophorus spectabilis* (Quatrf.) mitgeteilt. Nun beabsichtige ich die Entwicklung von *Tetrastemma vermiculus* (Quatrf.) zu behandeln.

Das Ei dieser Metanemertine ist außerordentlich klein, wenig durchsichtig und kugelig. Das frisch abgelegte unreife Ei ist von zwei Hüllen bekleidet. Die innere — die Dottermembran — ist sehr zart und liegt der Eioberfläche dicht an. Die äußere — das Chorion — ist derb und steht von der Eiperipherie weit ab. Ihr ringförmiger Hohlraum ist von einer Flüssigkeit ausgefüllt, die unter der Einwirkung von Reagentien gerinnt. Auf den Schnitten zeigt das unreife Ei ein großes ovales Keimbläschen, das etwas exzentrisch liegt. Das Keimbläschen hat eine klar konturierte Hülle; das Achromatin stellt ein feines Netz dar und das Chromatin bietet mehrere Kerne und Bläschen dar, die der inneren Fläche der Hülle dicht anliegen; nur wenige von ihnen liegen im Innern des Keimbläschens.

Das abgelegte Ei geht den Reifungsprozess durch. Dasselbe teilt zwei Richtungskörperchen ab. Die erste Richtungsspindel ist im Vergleich mit dem Keimbläschen sehr klein. Dieselbe zeigt vier doppelte

1) Biolog. Centralblatt, Bd. XVI, Nr. 15, 1. August 1896.

in der Aequatorialebene liegende Chromosomen und steht senkrecht zur Eioberfläche. Das innere Ende der Spindel ist mit einem hellen Hofe umgeben. Die Abteilung des zweiten Richtungskörperchens habe ich nicht beobachtet. Der weibliche Pronukleus, der zwei kleine Chromosomen enthält, rückt von der Eiperipherie nach innen. An der gegenüberliegenden Seite des Eies dringt ins Ei ein Spermatozoon hinein. Dasselbe stellt einen kleinen kugeligen Körper dar, der mit einem hellen Hofe umgeben ist. Das Zusammentreffen beider Pronuklei und ihre beiderseitigen Verhältnisse — Verschmelzung oder Individualität der Pronuklei — konnte ich nicht beobachten. Das befruchtete Ei segmentiert sich. Durch die zwei ersten meridionalen und zueinander senkrecht stehenden Furchen zerfällt das Ei in vier gleichgroße Blastomeren. Diese begrenzen eine röhrenförmige Segmentationshöhle, die sich oben und unten öffnet. Die dritte äquatoriale Furche teilt das Ei auf zwei ungleiche Hälften: die obere kleinere besteht aus vier kleinen und die untere größere aus vier großen Blastomeren. Diese Differenz zwischen den beiden Hälften bleibt auch während der weiteren Eifurchung. Die junge aus 32 Furchungszellen bestehende Blastula ist kugelig und bipolar.

Die Zellen des obern Pols sind kubisch und kleiner als die zylindrischen Zellen des unteren Pols. Eine solche Blastula segmentiert sich weiter und wandelt sich in eine bilateralsymmetrische um. Dieselbe ist länglichoval; in dem oberen Pole befindet sich nun eine große rundliche, exzentrisch und nahe dem Vorderende liegende Zelle, die immer eine gute kariokinetische Spindel enthält. Diese vordere Zelle halbiert sich und so bilden sich zwei große runde Zellen mit guten Spindeln. Beide Zellen liegen so locker bei einander, dass die Richtungskörperchen zwischen ihnen in die Segmentationshöhle passieren können. In dem unteren Pol der Blastula liegt auch eine große rundliche dem Hinterende der Blastula genäherte Zelle. Diese hintere große rundliche Zelle halbiert sich kariokinetisch und so bilden sich zwei große runde Zellen, die immer gute Spindeln enthalten. Die länglichovale Blastula besitzt nun eine vollkommene bilaterale Symmetrie: Der Sagittalschnitt fällt zwischen die großen runden Zellen des vorderen sowie des hinteren Paares und halbiert die Blastula. Jede Hälfte enthält eine große runde Zelle des oberen und eine große runde Zelle des unteren Poles. Die Dorsalseite der Blastula ist etwas gewölbt und besteht aus kubischen, die flache Ventralseite aus hohen Zellen.

Die zwei runden Zellen des Vorderendes (resp. obern Poles) halbieren sich und so bilden sich vier große runde Zellen, die alle gute Spindeln enthalten. Die vier großen runden Zellen vermehren sich, indem sich von ihnen die kleinen ganz kugeligen Zellen abknospen. Diese sind aneinander gepresst und bilden eine Platte, die von den großen runden Zellen umgeben ist und die erste Anlage der Kopfdrüse darstellt.

Zwei große runde Zellen des Hinterendes (resp. unteren Poles) der Blastula halbieren sich auch und geben vier große runde Zellen, die vortreffliche Spindeln enthalten. Zwischen ihnen schalten sich einige der angrenzenden Zellen ein, die sowohl beide Paare als auch die Zellen jedes Paares von einander trennen. Die Zahl der sich einschaltenden Zellen vergrößert sich und es bildet sich ein Feld von hohen flaschenförmigen Zellen — das Entodermfeld —, das vier große runde Zellen markieren, indem ein Paar dorsal und ein anderes ventral vom Entodermfeld gelagert ist.

Das Entodermfeld fängt an sich einzustülpen; es stülpt sich zuerst der vordere Rand des Entodermfeldes ein: einige Zellen verlängern sich stark, indem sie kolbenförmig werden und sich etwas einsenken. Die sich einsenkenden Zellen ziehen andere Zellen des Entodermfeldes mit sich hinein. Mit der immer vorschreitenden Einstülpung des Entodermfeldes nähern sich die beiden Paare der großen runden Zellen einander, aber sie liegen noch im Ektoderm. Ist die Einstülpung des Entodermfeldes zum Ende gebracht, so hat die junge Gastrula folgende Einrichtung: dieselbe ist länglichoval; dorsal von ihrem Vorderende liegt die von den großen runden Zellen umgebene Anlage der Kopfdrüse; ventral vor dem Hinterende liegt der Blastoporus; das eingestülpte Entodermfeld stellt einen birnenförmigen Sack mit kleiner Gastralhöhle dar; beide Paare der hinteren großen runden Zellen sind jetzt eingestülpt, eines liegt vor und das andere hinter dem Blastoporus gerade im Umschlagrande des letzten zwischen Ento- und Ektoderm. Nun hat der Embryo alle drei Keimblätter, da die zwei Paar großen runden Zellen die Mutterzellen des Mesoderms sind. Der Embryo ist mit Wimpern bedeckt, die schwach flimmern. Bei einem solchen Embryo legen sich die Organe an.

Die Kopfgrube legt sich in der Spitze des Vorderendes des Körpers an. Dieselbe stellt eine Platte aus hohen flaschenförmigen Zellen dar, welche fächerartig angeordnet sind; die äußeren Enden sind etwas aneinander gepresst, die inneren sind breit. Der große runde Kern liegt in der Mitte der Zelle. Alle Kerne bilden zusammen einen Bogen, dessen Convexität in die Segmentationshöhle schaut. Dorsal von der Kopfgrube liegt die Kopfdrüse; sie stellt das erste Organ dar, das sich bei dem Embryo anlegt und erscheint sehr früh: Die kleinen runden Zellen, die sich von den vorderen größeren runden Zellen durch Knospung abgeschnürt haben, bilden ein kleines Feld, das von den großen runden Zellen umgeben ist und die erste Anlage der Kopfdrüse darstellt.

Ventral von der Kopfgrube legt sich der Rüssel an. Seine erste Anlage erscheint als eine Platte aus sehr verlängerten flaschenförmigen Zellen. Die zentral liegenden Zellen senken sich ein wenig und ihnen entspricht von außen eine schwache Einsenkung. Die Kerne der Platte sind bogenartig angeordnet. Oben und unter der Rüsselplatte liegt

je eine große runde Zelle, die die Platte von den umgebenden kubischen Zellen scharf abgrenzt. Der weiter entwickelte Embryo ist mit zarten Wimpern bedeckt und übt schwache Rotationsbewegungen aus. Seine Gestalt ist mehr verlängert. Die Ränder des Blastoporus sind genähert und der Blastoporus stellt eine kleine im hinteren Drittel des Körpers liegende Oeffnung dar, die in eine birnförmige Gastralhöhle führt. Die letzte ist von großen flaschenförmigen Entodermzellen begrenzt, die dieselbe radiär und einreihig umlagern. Die Entodermzellen vermehren sich kariokinetisch.

Die großen runden Zellen resp. die Mutterzellen des Mesoderms sind nun aus dem Umschlagrande des Blastoporus emigriert und liegen in der Segmentationshöhle vom Blastoporus etwas entfernt; jedes Paar aber behält ihre symmetrische Lage zur Sagittalebene. Alle beide Paare der Zellen enthalten vortreffliche Spindeln. Das hintere Paar hat schon einige Zellen abgeteilt; diese sind klein, linsenförmig und enthalten einen kleinen sich stark färbenden Kern. Dieselben bilden eine kurze Reihe, die den sogenannten Mesodermstreifen darstellt.

Nun hat der Embryo alle drei Keimblätter vollkommen differenziert nicht nur der Lage nach zu einander, sondern auch dem histologischen Charakter nach, der bestimmt ausgesprochen ist.

Was die anderen Organe betrifft, so sind die vorhandenen weiter entwickelt und die neuen legen sich an. Die Kopfgrube hat jetzt eine kleine Einsenkung, besitzt die vordere Spitze des Körpers und ragt über die Kopfdrüse und die Rüsselanlage vor. Die Kopfdrüse repräsentiert eine ziemlich umfangreiche Platte; ihre zentralliegenden Zellen stülpen sich etwas ein und eine flache Einsenkung entspricht ihnen von außen. Die Platte ist von den runden Zellen begrenzt, welche Spindeln enthalten. Die äußeren Enden der Zellen der Platte sind blass und die Platte sieht weißlich aus.

Die Zellen der Rüsselanlage haben sich vermehrt, die zentralliegenden sind eingestülpt und der Rüssel hat nun eine kleine Höhle. Oben und unter der Rüsseleinstülpung und unter dem Umschlagrande der letzteren liegen je eine große runde Zelle, deren jede eine gute Spindel enthält.

Etwas ventral von der Rüsseleinstülpung im ersten Drittel des Körpers legt sich medial der Oesophagus an. Seine erste Anlage besteht aus 4—6 (auf den Schnitten nur zwei) kolbenförmigen Zellen, die in die Segmentationshöhle sehr stark vorragen. Die äußeren Enden der Zellen sind verjüngt und zwischen den Ektodermzellen eingeklemmt; die inneren kolbenförmig aufgeblasenen, enthalten den Kern und richten sich zur vorderen Oberfläche des Entodermsackes.

In der Region der Oesophagusanlage rechts und links von der Medialventrallinie verdickt sich das Ektoderm. Die Zellen dieser paarigen Verdickung sind hochzylindrisch und ragen fächerartig in die

Segmentationshöhle vor. Das sind die Anlagen der Ventralganglien. In der Region der Kopfdrüse befinden sich zwei andere Ektodermverdickungen, die symmetrisch zur medialen Dorsallinie liegen. Das sind die Anlagen der Dorsalganglien. Jeder Ganglionanlage entspricht von außen eine flache Einsenkung.

Der sich schnell drehende Embryo zerreisst die Eihüllen und wird frei. Der frisch ausgeschlüpfte Embryo schwimmt schnell nach vorwärts und dreht sich dabei um seine Längsaxe. Der Embryo ist verlängert, sein Hinterende ist etwas verjüngt, das vordere dagegen ist verbreitert und trägt einen Schopf langer mit einander verklebter und verwickelter Cilien. Bei einem solchen Embryo sind die inneren Organe noch weiter entwickelt. Der Blastoporus ist beinahe in der Mitte des Körpers gelagert. Derselbe führt in ein feines Röhrchen, das aus wenigen flaschenförmigen Entodermzellen besteht. Das äußere Ende des Röhrchens ist zwischen den charakteristischen Ektodermzellen eingeklemmt; das Röhrchen geht in den Entodermsack über. Der letztere besitzt nun eine ziemlich geräumige Gastralhöhle, die von einer Reihe Zellen begrenzt ist. Diese sind kubisch und mit Cilien bedeckt. Der Entodermsack richtet sich vom Blastoporus nach vorne und dorsalwärts.

Die Mutterzellen des Mesoderms, die ihre Lage paarweise vor und hinter dem Blastoporus behalten, haben mehrere Zellen abgeteilt, welche die Mesodermstreifen, bilden. Der hintere resp. dorsale Mesodermstreifen, der von den zwei hinteren Mutterzellen des Mesoderms ausgeht, hat sich schon auf das splanchnische und das somatische Blatt differenziert. Die Zellen jedes Blattes sind mit einander locker verbunden, das spaltenförmige Cölom ist klar ausgesprochen. Der vordere resp. ventrale Mesodermstreifen besteht nur aus einer Reihe der Zellen, die sich auf der vorderen Oberfläche des Entodermsackes verbreiten, um dem gegenüber wachsenden Dorsalmesodermstreifen zu begegnen. Also entwickelt sich der hintere (dorsale) Mesodermstreifen etwas schneller als der vordere (ventrale).

Die Kopfgrube nimmt — wie früher — die Spitze des Vorderendes ein. Sie hat jetzt das Maximum ihrer Entwicklung und Ausbildung erreicht: sie besteht aus langen flaschenförmigen Zellen, die eine deutlich ausgesprochene birnförmige Höhle radiär umlagern. Die äußeren Enden der Zellen sind mit langen zarten Cilien bewimpert, die alle zusammen einen starken Wimperschopf bilden. Die inneren Enden der Zellen sind flaschenförmig und enthalten einen großen Kern.

Die Kopfdrüse ist nun stark eingestülpt. Die Einstülpung ist ebenso stark wie diejenige des Rüssels und unterscheidet sich nur der Gestalt nach: Sie ist birnförmig und von feinen kubischen radiär zur Drüsenhöhle stehenden Zellen begrenzt, zwischen denen die kleinen

rundlichen Zellen ins Auge fallen. Die Zellen der Kopfdrüse vermehren sich lebhaft und die kleinen runden Zellen, aneinander gepresst, bilden die geldrollenähnlichen Säulchen.

Der Rüssel ist auch stark eingestülpt; seine geräumige Höhle ist mit tüchtigen flaschenförmigen, in einer Reihe stehenden Zellen begrenzt. Die Rüsseleinstülpung verlängert sich der Ventralseite parallel, die Rüsselöffnung liegt streng ventral. Die zwei runden Zellen, die je eine dorsal und ventral von der Rüsseleinstülpung liegen, haben einige Zellen abgeteilt, die die Mesodermstreifen des Rüssels bilden.

Der Oesophagus ist präzis ausgebildet: die flaschenförmigen Zellen sind stark verlängert, ihre inneren Enden gehen bogenartig ineinander und zwischen den Zellen befindet sich eine klare Höhle. Der birnenförmige Oesophagus krümmt sich in der Richtung zum Entodermsack. Die Ventral- sowie die Dorsalganglien stellen stark verdickte paarige Platten dar, die aus einer Reihe hoher Zellen bestehen. Die Ventralganglienanlagen bilden eine deutliche Einstülpung; am Rande jeder Einstülpung liegt je eine rundliche Zelle, die eine gute Spindel enthält. Den Dorsalganglienanlagen entspricht von außen eine flache Einsenkung. Die Dorsalganglien sind stärker als die Ventralganglien.

Nun legen sich auch die Längsstämme an. Sie stellen zwei laterale Ektodermleisten dar, deren Hinterende stärker verdickt ist. In dem Hinterende des Embryos sind die Ektodermzellen sehr verlängert und flaschenförmig geworden. Diese Gruppe der verlängerten Ektodermzellen stellt die Anlage des Rektums dar. Die zentral liegenden Zellen stülpen sich etwas ein und so kommt es zur Ausbildung einer kleinen Höhle mitten in der Zellgruppe.

Das Ektoderm hat sich histologisch deutlicher ausgebildet, die Ektodermzelle ist charakteristisch: nach außen ist sie sehr breit, nach innen verschmälert sie sich und schickt einen Fortsatz aus; das Zellplasma ist vakuolisiert und enthält einen bläschenförmigen Kern, der sich in den Fortsatz der Zelle stiftartig ausbaucht.

Bei dem Embryo, drei Stunden nach dem Ausschlüpfen, sind die Organe weiter entwickelt. Das Entoderm ist mehrschichtig geworden und die Gastralhöhle ist etwas verstümmelt. Der Blastoporus ist dem Hinterende wiederum genähert; das Entodermröhrchen, das vom Blastoporus zum Entodermsack führt, ist einreihig geblieben.

Das Mesoderm ist vollständig in ein splanchnisches und ein somatisches Blatt differenziert. Das erste liegt in dem Entodermsack; jedes besteht aus einer Reihe länglichovaler Zellen und zwischen beiden existiert ein spaltförmiges Cölom.

Die Kopfgrube besteht aus flaschenförmigen Zellen; ihr Plasma ist vakuolisiert, die Zellen selbst sind kleiner und die Cilien kürzer: von nun an fängt die Kopfgrube an, sich zu verkleinern.

Die Kopfdrüse ist stark eingestülpt; einige Zellen haben einen deutlich ausgesprochenen drüsigen Charakter: sie sind aufgeblasen, ihr Plasma ist blass und ihr kleiner Kern färbt sich sehr stark. Solche drüsigen Zellen befinden sich hauptsächlich in der Dorsalwand der Kopfdrüse; sie liegen locker aneinander.

Der Rüssel ist mehr verlängert. Seine Dorsalwand besteht aus zylindrischen Zellen, die pallisadenartig und senkrecht zur Rüsselshöhle stehen; zwischen ihnen sind die flaschenförmigen Zellen regelmäßig eingeklemmt, die die einzelligen Drüsen des Rüssels bilden. Die Ventralwand des Rüssels behält den früheren primitiven Charakter: sie besteht aus flaschenförmigen und radiär zur Rüsselhöhle angeordneten Zellen. Das innere Ende des Rüssels ist etwas aufgeblasen und in zwei Schenkel verzweigt. Der obere von ihnen richtet sich zur Dorsalseite über das Entoderm, der ventrale Schenkel verläuft ventralwärts.

Die paarigen Ektodermverdickungen, die die Anlagen der Ventral- sowie der Dorsalganglien repräsentieren, haben einige Zellen schon abgeteilt. Diese liegen unter der Verdickung, sind rundlich und enthalten einen großen runden Kern. Die Längsleisten haben auch wenige Zellen im vorderen Ende abgeteilt und diese stehen mit den Zellen des Ventralganglion in einer engen Verbindung.

Der Oesophagus stellt ein ziemlich starkes Rohr dar, das sich dem Entodermsack anschließt und sich etwas krümmt. Er kommuniziert mit dem Entodermsack noch nicht.

Das Ektoderm hat sich weiter differenziert: die charakteristischen Ektodermzellen haben durch Längsteilung einige Zellen abgeteilt, welche in situ liegen bleiben: die einen sind drüsig, die anderen sensibel. Also besteht das Ektoderm von nun an aus dreierlei Art von Zellen.

Der Embryo, der 28 Stunden alt ist, hat neue Veränderungen erlitten. Der Blastoporus ist vom Hinterende etwas abgerückt und stark verengert. Das von ihm abgehende Entodermröhrchen ist sehr dünn und ziemlich lang und geht plötzlich in den Entodermsack über. Der letztere ist mehrschichtig; die Gastralhöhle ist mit den Entodermzellen unregelmäßig ausgefüllt; aber die oberflächliche Wand des Entodermsackes behält die einreihige epitheliale Anordnung der Zellen. Die Entodermzellen sind vakuolisiert und färben sich sehr schwach. Der Entodermsack bildet eine Auszackung in der Richtung zum Rektum.

Der Oesophagus, der ein schlankes verlängertes Röhrchen darstellt, richtet sich zum Vorderende des Entodermsackes; die Grenze zwischen beiden ist scharf markiert. Der Oesophagus öffnet sich nun in den Entodermsack, indem das abgerundete Vorderende des letztern keinen Fortsatz bildet. Der Mund liegt medial zwischen den Ventralganglien.

Das Rektum bildet eine deutliche Einstülpung, die sich zur Auszackung des Hinterendes des Entoderms richtet.

Der ventrale Schenkel des Rüssels ist mehr verlängert, aber er erreicht den Oesophagus noch nicht. Der dorsale Schenkel richtet sich zur Dorsalseite des Embryos über die vordere Oberfläche des Entodermsackes. Die Mesodermstreifen des Rüssels sind mehr verlängert, und jeder bildet einen mesodermalen Sack mit einer spaltenförmigen Höhle. Die Kopfgrube ist noch mehr verkleinert. Die Kopfdrüse ist dagegen vorgeschritten: Die Einstülpung ist stärker und die drüsigen Zellen sind in der Zahl vergrößert, einige von ihnen sind schon in die Höhle der Drüse geraten.

Die Ventral- sowie die Dorsalganglien sind vom Ektoderm abgesondert, das hier stark verdickt bleibt. Die Ventralganglien sind durch die Ventralkommissur miteinander verbunden, welche als selbständige quere Ektodermverdickung erscheint. Die Ventralganglien sind ebenso groß wie die Dorsalganglien. Die Ventralleisten, sowie die Dorsalleisten, reichen bis in das Hinterende des Körpers hinein. Im Hinterende stehen die Ektodermleisten noch mit dem Ektoderm in Verbindung.

Die Embryonen, welche ungefähr 2 Tage alt sind, kriechen auf dem Boden des Gefäßes umher. Sind sie beunruhigt, so fangen sie an zu schwimmen, indem sie zur Oberfläche aufsteigen. Ein solcher Embryo zeigt auf den Schnitten neue Veränderungen. Der Entodermsack hat seine vorläufige Mehrschichtigkeit verloren. Die Entodermzellen sind stark vakuolisiert und bilden ein gutes einreihiges Epithel. Die Zellen enthalten die kleinen Dotterkugeln.

Die Kopfgrube ist sehr klein: man muss nach derselben aufmerksam suchen, um sie nicht zu vermissen. Die Kopfdrüse dagegen stellt eine tüchtige Einstülpung dar, die durch eine ziemlich große runde Oeffnung nach außen kommuniziert. Die Oeffnung führt zuerst in ein kurzes Kanälchen und durch dieses in die geräumige Höhle der Drüse selbst. Die Zellen der Drüse sind aufgeblasen, die inneren von ihnen stehen locker bei einander und mehrere sind schon in die Höhle emigriert. Die Kopfdrüse liegt dem Rüssel auf und drückt ihn zur Ventralseite herab.

Der Rüssel stellt ein schlankes Röhrchen dar, das bis in die zweite Hälfte des Körpers reicht. Das Mesoderm des Rüssels zeigt zwei Blätter: das splanchnische, das zum Epithelrohr des Rüssels gewendet ist, und das somatische. Die beiden Mesodermsäcke vereinigen sich hinter dem Rüssel noch nicht.

Der Oesophagus ist vom Ektoderm abgeschnürt; von seinem distalen (äußeren) Ende bleibt eine blinde Einstülpung, die mit Cilien bewimpert ist und wahrscheinlich als ein Sinnesorgan unbekannter Natur funktioniert. Der abgeschnürte Oesophagus verbindet sich jetzt mit dem sekundären Stomodäum, das sich als Ventralschenkel des Rüssels bildet. Also öffnet sich nun der Rüssel und der Oesophagus in die vordere

aufgeblasene Abteilung der Rüsseleinstülpung, die das sogenannte Rhynchodäum darstellt.

Der Embryo, der ungefähr vier Tage alt ist, hat die verlängert ovale Gestalt; das Vorderende ist schmäler, als das aufgeblasene Hinterende. Das Entodermröhrchen, das vom Blastoporus abgeht, ist sehr dünn und erweitert sich nur bei der Mündung in den Entodermsack etwas. Der letztere ist birnförmig; seine hintere Aussackung liegt dem Ektoderm an. Das Entoderm ist stark vakuolisiert und erscheint dunkel. Der Embryo hat vier Augen, die paarweise quadrangulär angeordnet sind. Der Körper ist mit Cilien dicht bewimpert und aus der Kopfgrube ragt der stark verkümmerte Wimperschopf hervor. Die Schnitte durch einen solchen Embryo zeigen folgendes: Die stark vakuolisierten Entodermzellen enthalten Dotterkugeln. Der Blastoporus stellt eine winzige Oeffnung dar und kommuniziert mit dem Entodermsack durch das Entodermröhrchen, das sich (vom Entodermsack) schräg nach vorne richtet.

Der Oesophagus stellt ein schlankes geradliniges Röhrchen dar, das sich ohne Krümmungen gerade zum Rhynchodäum richtet. Der Rest von dem primären Stomodäum existiert noch, aber er ist ziemlich atrophiert.

Die Kopfdrüse ist kolossal, sie nimmt den ganzen Vorderteil des Körpers ein und presst den Rüssel zur Ventralseite; ihre Höhle ist obliteriert und mit den charakteristischen Zellen ausgefüllt; die Drüse sieht schwammartig aus und umhüllt die Kopfgrube. Der Rüssel verlängert sich bis in das hintere Drittel des Körpers und ist von zwei Mesodermsäcken umgeben, die sich am Hinterende des Rüssels miteinander nicht berühren. Auf einigen Schnitten besitzt jeder Mesodermsack im Hinterende je eine große runde Zelle, die gerade im Umschlage des Parietalblattes in das Visceralblatt liegt.

Das Nervensystem hat sich auf die Punktsubstanz und die Ganglienzellen vollständig differenziert.

Bei dem Embryo, der 5 Tage alt ist, schließt sich der Blastoporus; das abgeschnürte Entodermröhrchen richtet sich nach vorne und bildet den sogenannten Blinddarm.

Die Kopfdrüse ist umfangreich und zeigt zwei Abteilungen: eine dorsale größere und eine andere ventrale kleinere, zwischen beiden liegt eine doppelte Scheidewand. Das vordere sowie das hintere Ende der Kopfdrüse ist einfach. Nach außen öffnet sich die Kopfdrüse mit einer ziemlich großen gut konturierten Oeffnung.

Das Nervensystem ist ganz fertig wie bei dem erwachsenen Tier.

Das Mesoderm des Rüssels zeigt das splanchnische Blatt, das dem Ektodermrohr des Rüssels dicht anliegt, und das somatische Blatt, das das Rhynchocölom begrenzt. Das Mesoderm des Körpers stellt auch zwei Blätter: das splanchnische schmiegt sich an den Verdauungskanal, das somatische liegt unter dem Ektoderm. Beide Blätter be-

stehen aus sehr kleinen linsenförmigen Zellen und begrenzen ein gut ausgesprochenes spaltförmiges Cölom.

Zum Schlusse wollen wir die mitgeteilten Beobachtungen kurz resümieren:

1. Das winzige Ei von *Tetrastemma vermiculus* (Quatrf.) ist kugelig und mit zwei Hüllen bekleidet. Das reifende Ei enthält in der ersten Richtungspindel vier doppelte Chromosomen; das erste Richtungskörperchen enthält vier und das zweite zwei Chromosomen. Das Spermatozoid dringt in das Ei schon während der Abteilung des ersten Richtungskörperchen ein. Die Richtungskörperchen geraten gewöhnlich in die Segmentationshöhle.

2. Die Eifurchung ist total adäqual. Die junge Blastula ist kugelig und bipolar. Dieselbe wird länglich oval und enthält im Vorder- sowie im Hinterende je eine große rundliche Zelle. Die vordere große rundliche Zelle teilt sich in zwei, diese halbieren sich wiederum und so bilden sich vier große runde Zellen, welche vortreffliche Spindeln enthalten und aus den kleine rundliche Zellen durch Knospung entstehen. Die hintere große rundliche Zelle teilt sich ebenso in zwei, die sich karyokinetisch halbierend, vier große runde Zellen geben, die gute Spindeln enthalten. Zwischen die vier Zellen schalten sich einige umgebende Zellen ein und so bildet sich das Entodermfeld, am vorderen und hinteren Rande desselben liegen paarweise die großen runden Zellen mit guten Spindeln.

3. Das Entodermfeld stülpt sich ein und bildet einen Entodermsack. Die kleine Gastralhöhle wird später ziemlich geräumig und ihr einreihiges Epithel ist mit Cilien bekleidet. Das einreihige Darmepithel wird vorläufig mehrschichtig und die Gastralhöhle stark verkümmert. Später wird es wiederum einschichtig und begrenzt die kleine Darm- resp. Gastralhöhle. Der Entodermsack, der mit dem Blastoporus durch ein Entodermröhrchen kommuniziert, stößt an den Oesophagus und kommuniziert mit diesem. Nach hinten bildet derselbe eine Aussackung, die mit dem Rektum verschmilzt. Der Blastoporus schließt sich und das abgeschnürte Entodermröhrchen bildet den sogenannten Blinddarm.

4. Der Oesophagus legt sich als Gruppe von 4—6 sehr verlängerten Zellen an; zwischen diesen bildet sich eine Höhle und so bekommt man einen Beutel, der sich zum Entodermsack richtet.

5. Das Rektum legt sich als eine Gruppe außerordentlich verlängerter flaschenförmiger Zellen an; die zentralliegenden Zellen senken sich ein und so bildet sich ein Röhrchen, das sich zur Aussackung des Entoderms richtet.

6. Das Mesoderm bildet sich aus vier Mesodermmutterzellen, die vor und hinter dem Blastoporus paarweise liegen. Das vordere Paar bildet durch karyokinetische Teilung den vorderen, und das hintere Paar der Zellen bringt ebenso durch karyokinetische

Teilung den hinteren Mesodermstreifen zur Ausbildung. Die Mesodermstreifen verwachsen mit einander, und differenzieren sich zu dem splanchnischen und dem somatischen Blatt, die ein gutausgesprochenes Cölom begrenzen.

7. Das Mesoderm des Rüssels entwickelt sich aus zwei großen runden Zellen, die je eine vor und hinter der Rüsseleinstülpung liegen und immer gute Spindeln enthalten. Jede Zelle bildet durch karyokinetische Teilung einen Mesodermstreifen, der sich zu einem splanchnischen und einem somatischen Blatt differenziert; zwischen beiden befindet sich das Rhynchodäum. Die zwei großen runden Zellen können in der Wand der Rüsseleinstülpung liegen und von hier die kleinen Zellen nach hinten abteilen.

8. Die Kopfgrube legt sich als eine fächerartige Platte aus flaschenförmigen Ektodermzellen an; die zentralliegenden Zellen senken sich ein und so bildet sich eine kleine Höhle. Bei dem gerade ausgeschlüpften Embryo erreicht die Kopfgrube das Maximum ihrer Entwicklung: ihre großen Zellen sind mit langen Cilien bedeckt, die zusammen einen starken Schopf bilden. Von selbst fängt die Kopfgrube an gradatim zu verkümmern und wird zuletzt ganz winzig und von der Kopfdrüse umgeben.

9. Die Kopfdrüse legt sich sehr früh an. Die kleinen von vier großen runden durch Knospung gebildeten Zellen stellen die erste Anlage der Kopfdrüse dar. Dieselben bilden eine Platte, die von großen runden Zellen umgeben ist. Die Platte stülpt sich ein, ihre Zellen werden blasenförmig, die Drüse selbst wird umfangreich. Durch eine beiderseitige Längsfalte teilt sich die Kopfdrüse in eine dorsale und eine ventrale Abteilung; im Vorder- sowie im Hinterende bleibt die Kopfdrüse ungeteilt. Einige von den Zellen der Drüse emigrieren in die Höhle und dieselbe bekommt ein schwammartiges Aussehen. Sie umhüllt die Kopfgrube und öffnet sich mit einem gut konturierten Loch.

10. Der Rüssel legt sich ventral von der Kopfgrube an. Die erste Rüsselanlage stellt eine Platte aus hohen Ektodermzellen dar. Die zentral liegenden Zellen stülpen sich ein. Die Wand der Rüsseleinstülpung besteht aus einer Reihe von Zellen. Die vorgeschrittene Rüsseleinstülpung bildet zwei Schenkel: der dorsale stellt den Rüssel selbst dar und der ventrale repräsentiert das sekundäre Stomodäum. Der Rest der Rüsseleinstülpung bildet das Rhynchodäum.

11. Die Ventralganglien legen sich als zwei Ektodermverdickungen in der Region des Mundes an. Jede Verdickung stülpt sich ein und enthält eine rundliche Zelle, die immer eine Spindel enthält. Die Längsstämme legen sich als zwei lateral verdickte Ektodermleisten an. Jede Leiste bildet im Hinterende eine Aufschwellung. Ob die Ektoderm- resp. Neuralleiste mit dem entsprechenden Ventralganglion von Anfang an in Verbindung, oder ob diese Verbindung sekundär ist — konnte ich

nicht mit Sicherheit ermitteln. Die Dorsalganglien legen sich selbständig und unabhängig von den Ventralganglien an. Sie stellen zwei starke Ektodermverdickungen dar, die dorsallateral in der Gegend der Kopfdrüse liegen. Jede Verdickung setzt sich nach hinten fort und so bilden sich zwei dorsale Ektoderm- resp. Neuralleisten. Die Dorsalleisten verlängern sich nach hinten ebenso weit wie die Ventralleisten. Später hören die Dorsalleisten auf sich zu verlängern und bleiben nur als Ganglien stehen; die Ventralleisten bringen durch Verlängerung die Längsstämme zur Ausbildung.

12. Die Cerebralorgane bilden sich als zwei Einstülpungen des Ektoderms zwischen dem dorsalen und ventralen Ganglion.

Johannes Unbehaun, Versuch einer philosophischen Selektionstheorie.

Jena. Gust. Fischer. 1896. (8°, VI u. 150).

Unbehaun will das Selektionsprinzip auf mathematische Formeln zurückführen, d. h. er will dieses Prinzip wissenschaftlich exakt behandeln, was bis jetzt — wie das erste, historisch-kritische Kapitel behauptet — nicht der Fall gewesen. Eine derartige Untersuchung braucht sich nicht mit der Descendenztheorie zu befassen, kann sich vielmehr auf den Vorgang der Vervollkommnung durch Auslese beschränken. Das Ergebnis dieser Untersuchung bildet eine abstrakte, rein deduktiv gewonnene Theorie, für welche konkrete Voraussetzungen existieren müssen. Das Wesen der Selektion liegt in der Erhaltung und Vernichtung existierender oder erst der Zukunft angehörender, also aktueller oder virtueller Gebilde. Da die spezielle Natur dieser Gebilde ganz gleichgiltig ist, so besteht die Aufgabe des Selektionstheoretikers darin, ohne jede Induktion das Schicksal einer Gebildengruppe von verschiedener Dauer eindeutig zu bestimmen.

Im einfachsten Falle wird es sich um ein System handeln, welches durch keine Neubildungen ergänzt wird. Fällt ein Teil der Gebilde, z. B. sämtliche Gebilde mit der Eigenschaft „x" der Vernichtung anheim, dann ändert sich auch der Charakter des betrachteten Systems. Das System wird ärmer um die Eigenschaft x. Wollte man daher aus Ueberbleibseln auf die Vergangenheit richtig schließen, so müsste man das Fehlende ergänzen, das Vernichtete wieder erschaffen.

Außerhalb der historischen Schöpfungslehre, haben wir gewöhnlich mit Systemen zu thun, in denen Vernichtungen durch Neubildungen ersetzt werden. Die Elemente solcher Systeme treten bald zu Aggregaten zusammen, bald trennen sie sich wieder. Für diese Integration und Disgregation der Elemente sind Gesetze zu finden, die unwandelbar giltig bleiben, ob es sich um Atome, ob es sich um Welten oder Systeme von Welten handelt.

Die Selektionsvorgänge in einem Systeme sind, je nach der Beziehung zu den zusammensetzenden Elementen, äußerlich oder innerlich. Aeußere Selektion findet zwischen den Aggregaten von Gebilden statt, innere zwischen den Gebilden eines Aggregates; eine derartige innere Selektion wird zu einer äußeren in Bezug auf die Bestandteile, welche die Einheit jedes einzelnen Gebildes ausmachen. Hier möchte ich hinweisen auf den Roux'schen Kampf der Organe im Organismus, der Zellen im Organe, letzter Lebenseinheiten in der Zelle.

Nehmen wir an, ein System entstehe in dieser Weise, dass in einer Zeiteinheit n Elemente gebildet werden von einer Dauer τ. Nach der ersten Zeiteinheit wird N, die Gesamtzahl der Elemente n betragen;

$$\text{nach } t_1 \qquad N = n$$
$$\text{nach } t\tau \qquad N = \tau.n;$$

der Numerus der Gebilde ist somit eine Funktion der Zeit. Ist die Zahl der Vernichtungen in jeder Zeiteinheit ebenfalls gleich n, dann ist N eine Konstante.

Von zwei Systemen ist dasjenige reicher an gleichzeitig bestehenden Gebilden (wir könnten sagen: individuenreicher), dessen Gebilde dauerhafter sind, d. h. je größer das τ ist; also

$$N_1 : N_2 = n\tau_1 : n\tau_2 = \tau_1 : \tau_2.$$

Da aber das Verhältnis der Zahl der einen länger dauernden Zustand betreffenden Zeiteinheiten zu den Zeiteinheiten für kürzere Zustände stets größer ist, als das Verhältnis der Zahl der längeren Zustände zu der Zahl der kürzeren, und größer ist als das Zahlenverhältnis der entstehenden Beziehungen von längerer oder kürzerer Dauer, so muss auch eine Selektion unter den Beziehungen zwischen zwei oder mehreren Objekten stattfinden. Wenn T die Zahl der Zeiteinheiten bedeutet, während deren ein Zustand von bestimmter Art anzutreffen ist, dann

$$T_1 : T_2 = n_1\ \tau_1 : n_2\ \tau_2 = \frac{n_1}{n_2} \cdot \left(\frac{\tau_1}{\tau_2}\right),$$

und weil $\tau_1 > \tau_2$, folglich $\frac{T_1}{T_2} > \frac{n_1}{n_2}$. Jede Vergrößerung der Zahl dauerhafterer Gebilde vergrößert auch die Gebildenzahl des Systems. Gleichzeitig gelangen wir zu einem weiteren Gesetze: Unter n Gebilden von verschiedener Dauer, bleiben die dauerhafteren stets in Mehrzahl.

Die Auslese kann unabhängig von der Beschaffenheit der Gebilde vor sich gehen (Elementarkalamitäten u. dergl.), oder von gewissen Eigenschaften der Gebilde abhängen und dann züchtenden Wert besitzen. Es gibt Selektion, Einflüsse und Vernichtungen mit züchtendem Werte und ohne denselben. Der Züchtungskoëffizient wird durch das Verhältnis der züchtenden Vernichtungen zu sämtlichen Vernichtungen bestimmt: wächst er, dann wächst auch die Differenz zwischen der Zahl aktueller (d. i. bereits existierender) dauerhafterer Gebilde

und der Zahl neuentstehender dauerhafterer Gebilde. Ist ein erhaltendes Verhältnis zwischen Objekt und Umgebung hergestellt, dann spricht man von Anpassung[1]); sie wird hergestellt mit oder ohne Auslese, kann das Gebilde oder die Umgebung oder beide zugleich betreffen. Komplizierte Existenzfähigkeit der Gebilde bewundern wir als Zweckmäßigkeit; diese ist absolut, wenn sie das Gebilde selbst, relativ, wenn sie ein anderes Gebilde existenzfähig macht (z. B. Hymenopteren für Phanerogamen). Die Auslese kann endlich, wie oben erwähnt, unter potenziellen Bildungen herrschen und sie existiert in der That, insofern nur ein Bruchteil von Keimen zur Entwicklung gelangt. Entwicklung aus Keimen bildet lediglich einen Spezialfall der Selektion.

Nachdem wir im zeitlichen Zustande eines Objektes eine Funktion der Zeit kennen gelernt haben, so erhalten wir für N Objekte in der Zeit t durch Integration entsprechender Differentialgleichungen die Formel $N(t) = \text{const.}\ e^{\int q\,(t).\,dt}$, wobei E die Funktion der Entstehungen, q (t) den Vermehrungskoëffizienten und dt das Zeitdifferential bedeutet. Durch bestimmte Begrenzung des Integrals erhalten wir

$$\frac{N_{(t)}}{N_{(t_o)}} = \frac{e^{\int_{t'}^{t} q\,(t).\,dt}}{e^{\int_{t'}^{t_o} q\,(t).\,dt}} \quad \text{oder} \quad N\,(t) = N_o.\ e^{\int_{t_o}^{t} q\,(t).\,dt},$$

wobei t_o und N_o konstante Werte besitzen. An der Hand dieser Formel lassen sich verschiedene Spezialfälle, die aus verschiedenem Verhalten des Entstehungs- und Vernichtungskoëffizienten resultieren, mit mathematischer Genauigkeit darstellen. In dem Spezialfalle, wo Bildungen aus neuen Keimen von einander und von den alten abweichen, wenn also Selektion durch Variation kombiniert wird, dann führt sie zu verschiedenen sekundären Variationen. Die einzelnen Fälle bestimmt das Verhältnis der 3 Größen: einer konservativen Tendenz, einer variierenden Tendenz und der züchtend wirksamen Auslese; der Verf. spricht von einer fortschreitenden Selektion dann, wo sich die progressive Tendenz, d. i. die Anpassung in ein variierendes und ein selegierendes Prinzip auflöst. Dass in solchem Falle ein unbegrenzter Fortschritt der Elemente gesichert ist, ist mathematisch leicht zu beweisen. Alles das gilt selbstverständlich ebensogut für materielle als für geistige Gegenstände. Allerdings ist die Auslese, die im Bereiche des Geistes in Wirkung tritt — wie bei künstlicher Zucht — planmäßig.

1) Herbert Spencer definiert die Anpassung als einen Gleichgewichtszustand.

Mittels der erkannten Gesetze können wir zuvörderst die Beziehungen in der anorganischen Natur, auf dem Gebiete der Mineralogie, Chemie, Astronomie, mathematisch ausdrücken, also „messen". Hier wendet sich Verf. mit Recht gegen Carl du Prel, welcher Darwin's Lehre auf den Himmel zu verpflanzen suchte, und hält ihm den Einwand entgegen, dass die Auslese als solche nie aus dem Chaos Zweckmäßigkeit, so viel wie Existenzfähigkeit, zu produzieren vermöchte; eine Dauerhaftigkeit der Gebilde müsse vielmehr schon gegeben sein, da nicht die Dauerhaftigkeit an sich, sondern die längere Erhaltung der Neugebilde in der Selektion Erklärung finde.

Im Bereiche der organischen Natur konstatieren wir eine äußere fortschreitende Auslese zunächst in der Entwicklung von Pflanzen und tierischen Formen; Darwin und Haeckel sind Haupterforscher derselben. Innere Selektion herrscht hingegen in einzelnen Organismen, deren zweckmäßige Anpassung sie bedingt. Ein Individuum stellt uns ein System von Gebilden vor und weist jene drei Faktoren auf, die zur fortschreitenden Vervollkommnung unerlässlich sind. Der erste derselben, die konservative Tendenz, kommt in der Verwandlung des aufgenommenen Nahrungsmateriales in die vererbliche Form der Molekel zum Ausdruck, variierende Tendenz liegt in der Differenz zwischen den elterlichen und den produzierten Molekeln, und den beiden Prämissen des Selektionsprinzipes, der Vernichtung und Neubildung, entspricht der Stoffverbrauch und Assimilation. Auf der höheren Stufe ist das Leben der Zelle als Einheit in demselben Sinne analysierbar; Vererbung unter Zellen, Verschiedenheit der Tochterzelle von der Mutterzelle, Zellteilung und Degeneration — dies sind die einschlägigen Momente.

Die genannten drei Faktoren ermöglichen einen Fortschritt auch auf geistigem Gebiete. Aeußere psychische Selektion wurde namentlich von Darwin und Spencer mehrfach untersucht und präzisiert. Im psychischen Leben des Individuums lässt sich aber eine innere Auslese nachweisen, die man mit dem Kampfe der Teile im Organismus, beziehungsweise ihrer gleichmäßigen Anpassung, analogisieren kann.

Aus der Thatsache, dass eine doppelte (äußere und innere) physische und eine doppelte psychische Selektion gleichzeitig wirkt, geht hervor, dass diese Selektionen in Beziehungen zu einander treten müssen und eine potenzierende, summierte Wirkung ausüben. Dieses verwickelte, in allen seinen Einzelheiten kaum entwirrbare Zusammenspiel fortschreitender Selektionen hat die Gesamtkultur der Erdbewohner, den beständigen Fortschritt der Menschheit zur Folge. Durch Selektion wird der Selbsterhaltungstrieb des Einzelwesens gezüchtet, Instinkte des Familienlebens, Altruismus, Sitten, Bräuche, Staats- und Gesellschafts-Ceremonien. Das ganze häusliche, soziale und politische Leben des heutigen Menschen hat seinen Ursprung in der Auslese. Je höher

die erreichte Stufe der kulturellen Entwicklung, desto häufiger und ausgiebiger tritt eine planmäßige Selektion an Stelle der planlosen. Der Bau der Maschinen, Werkzeuge des Arbeiters und Instrumente des Gelehrten, alle Erzeugnisse der menschlichen Hand und des menschlichen Geistes werden durch Auslese vervollkommnet. Ihr sind sogar potenzielle Einrichtungen unterworfen, indem die einzelnen möglichen Formen nicht sämtlich in Erscheinung treten und durchprobiert werden, sondern nach bedächtiger, freier Entscheidung des Produzenten ausgewählt und ausgeführt werden. Dasselbe Prinzip bestätigt sich in der Ausbildung der Sprachen und in der Ausrottung der einen durch andere. Fortschreitende Selektion beherrscht das Gefühlsleben der Lebewelt. Sie hat die Furcht und die Hoffnung zu mächtigsten Triebfedern des Handelns herangezüchtet. Ihr ist das Schicksal der Religionen und philosophischer Weltanschauungen unterworfen, ihr die Litteratur, schöne Kunst und Forschung. Von dem Geleisteten gelangt nur ein kleiner Prozentsatz an die Nachwelt. Das Veraltete wird ausgeschieden, das Bewährte modifiziert. Dasjenige überlebt den Urheber, was Gemüt und Handlungsweise der Mitwelt am stärksten beeinflusst, mag es formale und materielle Wahrheit bedeuten oder nicht. Das konservative Element, die variierende Tendenz und das auslesende Prinzip, diese Dreieinigkeit ist überall anzutreffen.

Diese, von keinem Geringeren als Ernst Haeckel gewissermaßen sanktionierte Schrift, ist nicht frei von formalen (logischen, z. B. S. 39) und einschlägigen Irrtümern. Sogar die grundlegende Prämisse der Ausführungen Unbehaun's ist sehr wahrscheinlich falsch, dass nämlich das durch Selektion Gezüchtete, das Passendste gleichbedeutend mit dem Dauerhaftesten sei, während doch das Hauptmittel der Natur, um viel Leben zu haben, gerade der Tod ist. Als meritorischer Mangel mag z. B. der Umstand angeführt werden, dass einem speziell über Auslese schreibenden Autor so wichtige Momente, wie die von G. Romanes (eigentlich von Catchpool) entdeckte physiologische oder Syme's topische Selektion oder die kumulative Segregation J. T. Gulick's völlig entgangen sind. Der deduktive Entwurf selbst, der trotz aller Versicherungen seines Schöpfers zweifellos auf induktivem Wege entwickelt wurde, arbeitet mit Mannigfaltigkeiten, ohne uns die geringste Aufklärung über den Ursprung der Keimesvariation zu bieten, wäre also im Großen und Ganzen dem Versuche vergleichbar, die mathematische Wahrheit des Einmaleins auf biologischem Gebiete zu prüfen. Doch sind die beregten Gegenstände nachdenksam genug, um auch hier wiedergegeben zu werden; die anziehende Darstellungsweise des Verfassers ist, von einer gewissen Breite abgesehen, schlicht und klar, und sein kleines Buch bringt uns eine Gabe, die immer willkommener, weil seltener wird, — ursprüngliche Gedanken. [12]

T. Garbowski (Wien).

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. Februar 1897.** **Nr. 4.**

Inhalt: **Klebs**, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. — **Emery**, Gedanken zur Descendenz- und Vererbungstheorie. — **Frenzel**, Biologisches über *Dreissensia polymorpha* Pallas. — v. **Erlanger**, Beobachtungen über die Befruchtung und ersten zwei Teilungen an den lebenden Eiern kleiner Nematoden.

Dr. G. Klebs, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen.

Jena. Verlag von Gustav Fischer. 1896.

Die Zeit, welche die Naturkräfte der Messung und Berechnung unterworfen hat, welche an die Stelle scholastischer Spitzfindigkeiten Definitionen gesetzt hat, die durch Messer und Lupe der Natur abgelauscht wurden, hat sich auch erkühnt von einem λόγος τῆς φύσεως zu sprechen, den Ausdruck „Leben" verstehen zu lernen. Wenn das erste Ziel der Physiologie darin besteht, das Wesen des Lebensprozesses zu durchschauen, dann begreife ich, dass auch heute noch viele wahrheitsliebende Forscher vor einer unbekannten Lebenskraft den Hut lüften und sich mit dem im Mittelalter so oft gebrauchten „non licet" von diesem Wissensgebiet abwenden. Wer aber als die erste Aufgabe der Physiologie das Studium der Abhängigkeit zwischen den Lebensfunktionen und den bekannten physikalischen und chemischen Kräften betrachtet, der muss zur Ueberzeugung kommen, dass die Physiologie der Ernährung, des Wachstums und der Reizbarkeit keine leeren Worte sind. Dass es auch eine Physiologie der Fortpflanzung gebe, davon waren selbst diejenigen nicht überzeugt, welche unter diesem falschen Titel bloß eine Beschreibung des Fortpflanzungsvorganges anführten.

Ueberall in der botanischen Litteratur zerstreut findet man die Bemerkungen, dass diese oder jene Erscheinungen im Fortpflanzungsleben von „gewissen Bedingungen" abhängen. Weiter als bis zu diesem allgemeinen, unbewiesenen und nichtssagenden Ausdrucke kam man

nicht. Klebs gebührt das Verdienst, zum erstenmal greifbare Fragen gestellt und diese durch das Experiment, diese schätzbarste Waffe der Wissenschaft, beantwortet zu haben. Die Antworten sind der Art, dass durch Klebs nun auch eine Physiologie der Fortpflanzung geschaffen wurde.

Ist die Zelle das Laboratorium, wo sich die verwickelten Prozesse der Fortpflanzung abspielen, dann sind die Objekte des beginnenden physiologischen Versuches gegeben, es sind die niedern Organismen, die Protobionten, deren Protoplasmakörper während seiner Lebensfunktionen von dem bewaffneten Auge beobachtet werden kann. Als Versuchsobjekte wählte Klebs die Algen und Pilze und zwar von den ersten 15, von den letztern 2 Gattungen. Bei allen Untersuchungen war die Frage gestellt: von welchen äußern Bedingungen sind die Fortpflanzungsprozesse der zu studierenden Algen- oder Pilzspecies abhängig? Konnte die Frage beantwortet werden, dann hatte man ein Mittel an der Hand, zur beliebigen Zeit die betreffende Pflanze zu dieser oder jener Fortpflanzungsweise zu zwingen. Den einzigen Weg zu diesem Ziele erkannte Klebs in der Reinkultur, einer Methode, die er mit Recht auch dem Systematiker warm ans Herz legt. Die Algensystematik wäre in der That viel weiter fortgeschritten, hätte auch da die Reinkultur den Systematiker geleitet, wie sie es in der Pilzkunde schon längst thut. Als Nährlösung für Algenreinkulturen benützt Klebs diejenige von Knop: 4 Teile salpeters. Kalk, 1 Teil schwefelsaure Magnesia, 1 Teil salpetersaures Kali und 1 Teil phosphorsaures Kali. Von dem gesammelten Algenmaterial setzt man eine kleine Partie in eine 0,2—0,4proz. Nährlösung, wo sich nun verschiedene Species entwickeln werden. Von dieser Kultur sucht man mit der Lupe die gewünschte Species heraus und setzt diese in neue Lösung. Auch da werden sich wahrscheinlich wieder verschiedene Arten entwickeln, aus denen man die gewünschte herausgreift und in eine neue Nährlösung bringt, bis man eine Reinkultur erhält.

Ich werde bei der Besprechung der Resultate, welche die Klebs'schen Versuche hervorbrachten, dem Lehrgange des mir vorliegenden Werkes folgen und die untersuchten Species der Reihenfolge noch besprechen.

A. *Algen.*

1. *Vaucheria* war schon der Gegenstand früherer Arbeiten (1890 und 1892); erst die neuern Untersuchungen lieferten aber das Material zu der 130 Seiten starken, musterhaften Abhandlung. Die dunkelgrünen *Vaucheria*-Watten, Bewohner von Tümpeln, Gräben, Bachbetten, Brunnentrögen, feuchtem Lehmboden, sind vielverzweigte, einzellige Fäden mit zahlreichen Zellkernen und vielen kleinen Chromatophoren. Ihre Fortpflanzung findet durch Zoosporenbildung und auf geschlechtlichem Wege statt und zwar in so klarer und anschaulicher

Weise, dass diese Alge eine der geeignetsten Demonstrationspflanzen ist, um das Wesen der beiden Fortpflanzungsweisen dem Schüler zu veranschaulichen. Wenn die Pflanze zur Zoosporenbildung übergeht, so sammelt sich am Ende eines Fadens dichtes Protoplasma mit zahlreichen Chromatophoren und Zellkernen an und wird durch eine Querwand von den übrigen abgetrennt. Es entsteht an dem Vorderteile des Sporangiums ein Loch; eine mit Wimpern bedeckte Zoospore wird herausgeboren, schwärmt einige Minuten umher, verliert dann das Wimperkleid und dadurch die Bewegung. Von einer Membran umgeben setzt sie sich dann fest und keimt sofort aus. Geht die Alge zur geschlechtlichen Fortpflanzung über, so entsteht an einer beliebigen Stelle eines *Vaucheria*-Fadens ein schraubenförmig aufgewundenes Antheridium neben einem eiförmigen Oogonium. Die Befruchtungsvorgänge setze ich als bekannt voraus. Klebs stellte seine Versuche hauptsächlich mit der Sammelspecies *Vaucheria sessilis* an, welche er in die 3 Species: *repens*, *sessilis* und *clavata* gliedert. Ihre Charakterisierung lautet kurz: *V. repens* bildet auf feuchtem Boden grüne Ueberzüge, deren Fäden 36 μ Durchmesser halten und zylindrische Sporangien aufweisen. Die Zoosporenkeimlinge bilden keine Rhizoiden: 1 Antheridium neben 1 Oogonium; letzteres schief eiförmig mit kurzem, dem Faden parallelem Schnabel. *V. sessilis* misst 50 μ und tritt als lockere, freischwimmende Fadenmassen in Tümpeln und Teichen auf. Sporangien kugelig angeschwollen. Keimlinge mit einfachen Rhizoiden. 1 Antheridium zwischen zwei Oogonien mit schief gerichtetem Schnabel. *V. clavata* tritt als kurzgeschorene, weiche Polster in Bächen und Flüssen festsitzend auf, hat 75 μ Durchmesser, keulenförmige Sporangien und Keimlinge mit stark verzweigten Rhizoiden. Oogonien schlank eiförmig mit vertikalem Schnabel. —

In musterhafter Weise hat Klebs alle äußern Bedingungen in ihrem Einflusse auf die obgenannten Fortpflanzungsprozesse studiert und zwar: 1. Einfluss der Ernährung. 2. Einfluss der Feuchtigkeit. 3. Einfluss der Strahlenarten und der Intensität der Lichtes. 4. Einfluss der Temperatur. 5. Einfluss der chemischen Beschaffenheit des Mediums: a) anorganische Verbindungen; b) organische Verbindungen; c) osmotischer Wert der Verbindungen; d) Säure und alkalische Reaktionen. Diese Untersuchungen lehrten mit überraschender Klarheit, dass durch äußere Einflüsse die Zoosporenbildung jederzeit hervorgerufen werden kann. Mit absoluter Sicherheit, gesundes Material vorausgesetzt, erhält man Zoosporen: 1. beim Uebergang einer Luftkultur in Wasser; 2. beim Uebergang aus dem Licht ins Dunkle; 3. beim Uebergang aus Nährlösung in Wasser; 4. beim Uebergang aus strömendem in stehendes Wasser. In feuchter Luft beobachtete er niemals Zoosporenbildung. Hohe Temperatur und der Uebergang aus Wasser in Nährlösung wirken ebenfalls hemmend auf die Zoosporenbildung.

Mit einer Reihe von Farblösungen wurde der Einfluss der verschiedenen Lichtstrahlen studiert, wobei es sich zeigte, dass eine Verminderung der gelbroten Strahlen zoosporen-erregend wirkt. Klebs wandte dann sein Augenmerk auf den Einfluss der Lichtintensität. In einem Dunkelzimmer wurden die Kulturen in Entfernungen von 25, 30, 35, 40 etc. bis 150 cm von einem Auerbrenner aufgestellt. *V. clavata*, die an sonnigen Stellen wächst, bildet schon bei 25 cm Entfernung Zoosporen, bei 40 cm erzeugt sie dieselben in Menge. *V. repens* wird bei 25 cm Entfernung im Zoosporenbildungsprozesse gehemmt, während 50 cm Entfernung zoosporen-erregend wirken. Diese Species zeigt die Eigentümlichkeit, dass sie bei dieser Lichtintensität in einen indifferenten Zustand übergeht, wobei selbst Verdunkelung keine Zoosporen mehr hervorruft. Dieser Zustand wird durch eine schwache Nährsalzlösung noch begünstigt. Mit diesen Mitteln kann man *V. repens* jahrelang rein nur vegetativ erhalten. Soll eine solche Kultur wieder zur Zoosporenbildung befähigt werden, so muss man dieselbe, wenn möglich mit Wasserwechsel verbunden, eine Spanne Zeit dem Lichte aussetzen. Spielt wohl bei dem gesamten Prozesse die Kohlensäure-Assimilation eine Rolle? Klebs beantwortet diese Frage auch mit Experimenten, aus denen hervorgeht, dass mangelnde Assimilation nicht Zoosporen-erregend wirkt. Versuche mit verdünnter Luft bewiesen, dass bei 3 mm Quecksilberdruck Wachstum möglich ist, während erst bei 30 mm die Zoosporen entleert werden. Der Sauerstoff übt keine besondere Reizwirkung auf die Zoosporenbildung aus. Interessant ist der Einfluss, den ein Uebergang aus fließendem in stehendes Wasser ausübt, der mit absoluter Sicherheit Zoosporen hervorruft. Fließendes Wasser zeichnet sich aus:

1. durch eine gleichmäßige und niedere Temperatur;
2. durch beständigen Zufluss frischer Luft und Nährsalzen;
3. durch mechanische Reibung;
4. durch rasches Wegschaffen organischer Ausscheidungen.

Nicht einem einzelnen dieser vier Punkte, sondern allen insgesamt muss man die Hemmung der Zoosporenbildung zuschreiben, vielleicht gerade des wachstumsbefördernden Einflusses wegen. Bei *V. geminata*, *racemosa* und *uncinata* beobachtete Klebs auch die von Wille bezeichneten Aplanosporen, welche ähnlich den Zoosporen am Ende der Fäden entstehen, aber sich schon innerhalb der Mutterzelle mit einer Membran umgeben. Diese Aplanosporen fand Klebs bei *V. geminata*, wenn der Algenrasen auf einen Porzellanteller relativ trockener Luft ausgesetzt wird, ebenso bei ältern Kulturen in beschränkten Wassermengen und bei Kulturen in Zucker- und Maltoselösung. —

Der Grundversuch mit *V. repens*, welcher die Abhängigkeit der geschlechtlichen Fortpflanzung von äußern Einflüssen studierte, ergab ebenso überraschende Resultate, indem mit großer Sicherheit die

Geschlechtsorgane hervorgerufen werden konnten, wenn Kulturen in 2—4proz. Rohrzuckerlösung einer hellen Beleuchtung ausgesetzt wurden. Eine Reihe von Versuchen ergab, dass eine kräftige Ernährung vorbereitend wirke und das Licht nur den auslösenden Reiz bilde. Nicht bestimmten Lichtstrahlen sondern der Intensität des Lichtes ist hiebei die Hauptbedeutung beizumessen. Strömendes Wasser hemmt auch die Geschlechtsbildung. Eine hübsche Beobachtung in der freien Natur bestätigte die vielen Experimente. Klebs fand nämlich *V. geminata* an kleinen Wasserfällen im Basler Jura völlig steril, wo sie vom Wasser überspült waren, geschlechtsreif dagegen in kleinen Höhlungen, wo das Wasser gar nicht hinkommt. Die Beobachtung, dass die Antheridienanlagen vor den Oogonien auftreten, veranlasste die Frage, ob es möglich sei, die Oogonien zu unterdrücken. Durch niedern Luftdruck und höhere Temperatur konnte bejahend geantwortet werden, indem die Oogonien stark unterdrückt, dagegen zahlreiche Antheridien ausgebildet wurden.

2. *Hydrodictyon*, diese netzförmigen Zellfamilien wurden schon 1888 und 1889 von Klebs auf ihre Fortpflanzung hin untersucht, durch welche Studien er zu dem Schlusse gelangte, dass zwischen der Zoosporenbildung und der geschlechtlichen Fortpflanzung kein regelmäßiger Wechsel existiere, sondern dass diese beiden Prozesse von äußern Bedingungen abhängen. Bei der Zoosporenbildung zerfällt der ganze Wandbeleg der Zelle in eine Menge zweiwimperiger Zoosporen, die sich innerhalb der Mutterzelle zu einem jungen Netze vereinigen. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung verlassen die noch zahlreichern zweiwimperigen Gameten die Mutterzelle, kopulieren und erzeugen eine Zygote. Letztere bilden vier Zoosporen, aus welchen polyedrische Zellen, die Bildungsherde neuer Netze, hervorgehen. Was diese Alge besonders interessant macht, das ist der Umstand, dass ein und dieselbe Zelle je nach den äußern Bedingungen entweder Zoosporen oder Gameten erzeugt. Zoosporen erregend sollen wirken: Uebergang aus dem Aquarium in stehendes Wasser, ohne Unterschied der Beleuchtung; Uebergang von der Dunkelheit an das Licht in schwachem Grade; Uebergang aus beleuchteter Nährlösung in Wasser und Dunkelheit (bleiben vegetativ) und dann ans Licht. Rohrzuckerlösung von 1—4% wirkt wie Wasser, während Maltose und in schwachem Grade auch Dulcitlösung zoosporenerregend wirken. In feuchter Luft beobachtete Klebs nie Zoosporenbildung. Die drei gebräuchlichen Temperaturpunkte bestimmte er für die Zoosporenbildung, wie folgt: Minimum 8° C, Optimum 20—28° und Maximum 33°. Wie für die Zoosporenbildung eine gewisse Minimallänge der Zelle notwendig ist (0,2 mm), so kann auch die Gametenbildung erst eintreten, wenn die Zellen eine gewisse Länge (0,03 mm) überschritten haben. Die jüngsten Zellen sind von der Gametenbildung bevorzugt; die mittlern können beide Fort-

pflanzungsarten aufweisen, während die ältern Zellen für die Zoosporenbildung geeigneter erscheinen. Als Gameten-erregende Mittel sollen wirken: Kultur in wenig Wasser bei heller Beleuchtung, Rohrzucker in verschiedenen Konzentrationen (0,5—15 %), Traubenzucker, Milchzucker, Glyzerin, Erythrit. Nur ist bei all diesen Versuchen zu bedenken, dass durch die Standortsverhältnisse etc. der Protoplasmakörper einer Zelle eine gewisse Stimmung für diese oder jene Fortpflanzungsart erhalten kann, welche Stimmung zuerst verändert werden muss, bevor die gegenteilige Fortpflanzung eintritt. Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung die Experimente mit Maltose: Zellen mit entschiedener Neigung zur Zoosporenbildung erzeugen in Maltose Zoosporen bei heller Beleuchtung, oft auch bei schwachem Lichte und im Dunkeln bei hoher Temperatur. Zellen mit entschiedener Neigung zur Gametenbildung erzeugen in Maltose Gameten bei heller Beleuchtung, wie im Dunkeln, während in Zellen mit schwacher Neigung zur Zoosporenbildung in hellem Lichte Zoosporen, im Dunkeln Gameten entstehen. Die für Gametenfortpflanzung ungünstigen anorganischen Nährsalze benützte Klebs nicht nur, um die Gametenstimmung einer Zelle zu Gunsten der Zoosporen umzuändern, sondern verhinderte durch Uebertragen gametenbildender Fäden in 1—2proz. Nährlösung auch die Kopulation der Gameten, erzeugte also Parthenosporen.

3. *Protosiphon* Klebs und *Botrydium* Wallroth. Der große Formenreichtum von *Botrydium granulatum* war der Grund, warum Klebs auch diese Species in den Kreis seiner Experimente hineinzog. Diese beweisen ihm, dass die zahlreichen Formen dieser Alge zwei verschiedenen Gattungen angehören, von denen er die eine als *Protosiphon* (*Protococcus botryoides* Kützing) und die andere *Botrydium* nennt. *Protosiphon* charakterisiert er kurz folgendermaßen: „Zelle anfangs kugelig, später schlauchförmig und bei vollster Entwicklung botrydiumartig, aus einem grünen, kugeligen, oberirdischen Teil und einem langen, meist unverzweigten, farblosen Wurzelteil bestehend; Maximallänge 1,2—1,4 mm. Ausgebildete Zellen mit wandständiger, netzförmig durchbrochener Chlorophyllschicht nebst Amylonkernen und Stromastärke; zahlreiche Zellkerne im ganzen Plasma verteilt; eine große Zellsaftvakuole in der Mitte". Jede Zelle ist teilungsfähig; die äußeren Bedingungen des Teilungsprozesses konnten jedoch nicht gefunden werden. „Unter stark wachstumshemmenden Bedingungen: Austrocknen, stark wasserentziehende Salzlösungen, direkte Sonnenwirkung tritt Zerfall des Protoplasten in eine bis viele ruhende Sporen ein, die im Licht sich rot färben und Trockenheit aushalten". Bringt man eine Zelle aus einer 1proz. Nährlösung in einen hängenden Wassertropfen, so kann man die Schwärmerbildung beobachten. Was weitere Bedingungen der Schwärmerbildung anbetrifft, so hebt Klebs folgende drei Fälle aus einander: a) Vegetative, an feuchter Luft ge-

wachsene Zellen bilden Schwärmer, wenn sie ins Wasser gebracht werden. b) Sporen, in Nährlösung gezogen, werden durch Wasser zur Schwärmerbildung gereizt. c) Vegetative Zellen, welche in Nährlösungen gewachsen sind, verlangen zur Schwärmerbildung nicht nur Wasser sondern Verdunkelung. Es sind also auch hier, wie bei *Hydrodictyon*, die Stimmungsverhältnisse in Rücksicht zu ziehen. Verfolgt man die zweiwimperigen, mit Augenfleck und pulsatilen Vakuolen ausgerüsteten Gameten, so sieht man, wie dieselben auf einander losstürzen, an ihren Spitzen kopulieren und dann der ganzen Länge nach verschmelzen; es entsteht eine sternförmige Zygote. Nährsalzlösungen und Dunkelheit oder eine Temperatur von 25—27° C vermögen die Kopulation zu verhindern; es entstehen glatte Parthenosporen, welche im Gegensatz zu den Zygoten sofort zu keimen vermögen.

Botrydium unterscheidet sich schon morphologisch von *Protosiphon*, indem die grüne oberirdische Blase eine vielfach verzweigte Wurzel besitzt. Das Chlorophyll besteht aus vereinzelten Körpern. Die Pyrinoide sind stärkelos. Die Fortpflanzung ist nur noch eine ungeschlechtliche. — Von besonderem Interesse ist diese Abhandlung noch durch die energische Stellung, welche Klebs gegen den Polymorphismus einnimmt. Mit Recht wendet er sich gegen die bisherige Methode der Algologie, welche oft als einziges Hilfsmittel zur Speciesunterscheidung das Mikrometer gebrauchte. Dankbar muss die Systematik Klebs sein, dass er so nachdrucksvoll den Algologen hinweist auf die Reinkultur, auf die direkte Beobachtung und auf das Studium des Einflusses äußerer Bedingungen. Freilich wird dann manche Algenspecies ihres unerklärten Nimbus des Polymorphismus beraubt und für viele die bisher geleugnete Konstanz der Art innerhalb gewisser Grenzen wieder hergestellt werden.

4. Die Konjugaten mussten den Physiologen reizen, auch ihren charakteristischen Fortpflanzungsprozess, der seit Vaucher's Entdeckung (1803) oft beschrieben wurde und z. B. als Kopulation der Gattung *Spirogyra* jedem Anfänger bekannt ist, auch in seiner Abhängigkeit von äußern Bedingungen zu studieren. Große Schwierigkeiten machten sich aber bemerkbar, da die größern *Spirogyra*-Arten nur schlechte Kulturobjekte sind. Klebs experimentierte mit *Spirogyra inflata*, *varians*, *longata*, *communis*, *catenaeformis*, *arcta* und *Weberi*. Die Kopulation konnte herbeigeführt werden durch 2—4proz. Rohrzucker oder geringe Wassermengen bei grellem Sonnenlichte. Auch unter den *Spirogyra*-Arten fand er geeignete Objekte (*inflata* und *varians*), um die Parthenosporen hervorzurufen. *Sp. inflata* ging in 4proz. Rohrzucker zur normalen Konjugation über. Wurden die Fäden vor der Vereinigung der Protoplasten in 6proz. Rohrzuckerlösung gebracht, so zog sich der Inhalt der Geschlechtszellen zurück und erzeugte eine keimfähige Parthenospore. Wasserkulturen von *Sp. mira-*

bilis bildeten bei heller Beleuchtung die von Hassall schon beschriebenen ungeschlechtlichen Sporen, die wie Zygoten keimen. Experimente mit Desmidiaceen erweckten auch hier die Ueberzeugung, dass ihre Teilung, wie die Kopulation von äußern Bedingungen abhängig sind, wenn auch letztere nicht festgestellt werden konnten. Schwach wasserentziehende Mittel zu Kulturen mit beginnender Konjugation zugesetzt, erzwangen Parthenosporenbildung.

5. *Oedogonium*, diese artenreiche Gattung wurde in den beiden Species *Oed. diplandrum* Juranyi und *Oed. diplandrum* Kützing untersucht. *Oedogonium* pflanzt sich außer durch Teilung noch durch Zoosporen und auf geschlechtlichem Wege fort. In jeder Zelle entsteht eine einzige Zoospore. Dieselbe hat am Vorderende einen Wimperkranz und ist mit einer Hüllblase umgeben, welche Klebs als Ausscheidungsprodukt der Zoosporen betrachtet. Wird *Oed. diplandrum* aus einer niedern in höhere Temperatur gebracht, so erfolgt lebhafte Zoosporenbildung, nur muss die Ausgangstemperatur unter 10° C liegen. Auch der Uebergang von fließendem in stehendes Wasser ruft Zoosporen hervor, selbst wenn dieser Wechsel mit einer Temperaturerniedrigung verbunden ist. Rohrzucker verlängert die Zoosporenbildung und zwar erfolgt die Anlage noch bei 20% und die Entleerung bei 12%. Die Nährsalze wirken auf diesen Prozess hemmend ein. Bei *Oed. capillare* wirkt eine 4—10proz. Rohrzuckerlösung auf die Zoosporen fördernd. Bei Kulturen, in denen viele Reservestoffe aufgespeichert sind, können schwache Nährsalzlösungen unter Einwirkung des Lichtes Zoosporen hervorrufen. Während bei *Oed. diplandrum* das Licht einen geringen Einfluss auf diese Fortpflanzungsweise ausübt, spielt es bei *Oed. capillare* eine große Rolle. Schon eine Schwächung der Lichtintensität vermag Zoosporenbildung zu erregen, bei Dunkelheit tritt sie mit großer Sicherheit ein. Die Geschlechtsorgane erscheinen beim Uebergang aus fließendem in stehendes Wasser, wobei stets Licht mitwirken muss. *Oed. capillare* fand Klebs in Basel stets nur als männliche Fäden. Aber auch diese konnte er entweder steril erhalten oder durch begrenzte Wassermengen, relativ geringen Gehalt an Nährsalzen und durch Licht zur Androsporenbildung zwingen oder aber in der Dunkelheit Zoosporen entstehen lassen. Es gilt auch bei dieser Species, wie bei *Oed. diplandrum*, der Satz, dass der Fortpflanzungscharakter eines *Oedogonium*-Fadens nicht zum voraus gegeben, sondern ganz von äußern Bedingungen abhängig ist.

6. *Ulothrix zonata*, diese formenreiche Alge fließender Gewässer, wurde trotz der schwierigen Reinkulturen dennoch zu wichtigen Versuchsresultaten geführt. Der Nimbus des Generationswechsels wurde ihr genommen und ihre Fortpflanzungszellen in den drei Gruppen: Zoosporen, Mikrozoosporen und Gameten von äußern Bedingungen abhängig erkannt, wenn auch letztere für die Mikrozoosporen und Gameten

noch nicht klar erkannt sind. Die Zoosporen erscheinen beim Uebergang aus Nährlösung in Wasser und aus fließendem in stehendes Wasser. Die Fortpflanzungszellen selber charakterisiert er folgendermaßen:

„1. Zoosporen mit 4 Wimpern, einem Augenfleck am vordern Teil des Körpers; etwas platt gedrückt, innerhalb 24 Stunden bei Temperaturen von 0°—24° C zur Ruhe kommend und gleich keimend.

Länge = 10—15 μ. Breite = 9—12 μ.

2. Mikrozoosporen mit 4 oder 2 Wimpern, einem Augenfleck im mittleren Teil der Körpers, schlank eiförmig, bei Temperaturen über 10° meist zu Grunde gehend, bei solchen unter 10° 2—6 Tage beweglich, dann zur Ruhe kommend und langsam keimend.

Länge = 7—12 μ. Breite = 5,5—8 μ.

3. Gameten mit 2 Wimpern, einem Augenfleck im mittleren Teil des Körpers, rundlich bis eiförmig, gleich nach dem Austreten zu zweien kopulierend, doch fähig ohne Kopulation zur Ruhe zu kommen und Dauerzellen zu bilden (Parthenosporen).

Länge = 5—8 μ. Breite = 4—5,5 μ".

7. *Hormidium nitens* Meneghini und *flaccidum* (Kg.) Braun zeigten außer der Zoosporenbildung noch die Fortpflanzung durch Spaltung und Dauersporen. Bei *nitens* erhält man die Spaltung stets, wenn die Nährsalze entzogen werden oder bei mangelnder Feuchtigkeit. Sehr instruktiv war dabei eine Agar-Agarkultur, welche ohne Nährsalze Fäden mit lebhafter Spaltung, mit Nährsalzen dagegen monatelanges Wachstum ohne Spaltung zeigte. Uebereinstimmend mit den höhern grünen Pflanzen hat *Hormidium* zur vegetativen Entwicklung die Elemente N, P und Mg in großen Mengen, K, Ca, S und Fe nur in geringen Mengen nötig. Das Fehlen der Elemente der ersten Reihe hat das Eintreten des Spaltungsprozesses zur Folge. Zum Studium der Zoosporenbildung eignete sich *Hormidium flaccidum* ausgezeichnet. Die Bedingungen ihrer Entstehung sind: Uebertragung aus Nährlösung in Wasser, aus feuchter Luft in Wasser, aus Licht ins Dunkle. Beim Eintrocknen der Kulturen entstehen Dauersporen.

8. *Conferva.* Klebs untersuchte eine Species, welche von Wille als identisch mit seiner *bombycina β minor* bezeichnet als selbständige Art *Conferva minor* aufgefasst wird. Besonderes Interesse bietet diese Alge durch ihr Verhalten gegenüber organischen Substanzen. Klebs unterscheidet folgende vier Gruppen:

I. Substanzen, welche die Zoosporenbildung in hohem Maße erregen: 1. Inulin, 2. Amygdalin, 3. Aesculin, 4. Salicin, 5. Maltose, 6. Raffinose, 7. Sorbit.

II. Substanzen, welche wie Wasser wirken, in denen beim Uebergang von Licht in Dunkelheit Zoosporen entstehen: 1. Erythrit,

2. Arabinose, 3. Mannit, 4. Dulcit, 5. Traubenzucker, 6. Fruchtzucker, 7. Rohrzucker, 8. Milchzucker, 9. Dextrin, 10. Lichenin.

III. Stoffe, welche auf den Zoosporenbildungsprozess hemmend einwirken, ohne das Leben der Alge zu gefährden: 1. Glyzerin, 2. Isodulcit, 3. Galactose, 4. Sorbin, 5. Glycogen, 6. Quercit, 7. Inosit, 8. Harnstoff, 9. Glycocoll, 10. Asparagin, 11. weinsaures Kali, 12. milchsaures Eisenoxydul, 13. Arbutin, 14. Saponin, 15. Coniferin, 16. Coffein.

IV. Substanzen, in welchen *Conferva* bald abstirbt: 1. Convallamarin, 2. Glycirrhizinum amoniacale, 3. Quercitrin, 4. Phloridzin, 5. Cumarin, 6. Vanillin, 7. Tannin, 8. Orcin, 9. Pepton.

9. *Bumilleria*. Von dieser Gattung untersuchte Klebs die Species: *sicula* und *exilis* Klebs. Sie pflanzen sich fort: 1. durch Spaltung, 2. durch Zoosporen und 3. durch Dauersporen. Die Spaltung ist homolog derjenigen von *Hormidium* und tritt bei Trockenheit ein. Als Bedingungen der Zoosporenbildung werden erwähnt: der Uebergang von feuchter Luft oder von Nährsalzen in Wasser. Hiebei zeigte sich auch ein äußerst vorteilhafter Einfluss von niedern Temperaturen. Das Optimum liegt bei 3—4° C. Lichtmangel befördert, helles Licht hemmt die Zoosporenbildung. Auch 2 Gattungen der Chaetophoreen werden besprochen, und zwar:

10. *Stigeoclonium* (*tenue* Kg.) und

11. *Draparnaldia* (*glomerata*). Erstere Species war ein vorzügliches Objekt, den Polymorphismus mit dem richtigen Lichte zu beleuchten. Bei heller Beleuchtung entstehen im Brunnen oder auf Agar-Agar mit 0,2proz. Nährlösung lange Fäden, bei welchen auf Strecken von mehreren hundert Zellen keine Seitenzweige auftreten, während in einer 1proz. Nährlösung in einer feuchten Kammer beinahe jede Zelle in einen Zweig auswächst. In strömendem Wasser bildet *St. tenue* keine Haare, während in fließendem Wasser eine so reiche Haarbildung auftritt, als ob man *St. longipillus* vor sich hätte. Auch bei *Aphanochaete repens* und *Braunii* entstehen in Wasser Haare, während sie durch Nährlösungen gehemmt werden. Von einem Palmellenzustand war nichts zu bemerken. Es ist ein großes Verdienst von Klebs, an Stelle unbekannter Ursachen des sog. Polymorphismus gut definierbare Begriffe gebracht und den Ausdruck „Polymorphismus“ in seine scharf umschriebenen Schranken gewiesen zu haben.

12. *Chlamydomonas*. Als Vertreter der Volvocineen studierte Klebs die von ihm neu benannte *Chlamydomonas media*, welche der *Ch. parietaria* Dill und *Ch. Ehrenbergii* Garoschankin nahe steht. Die Reinkultur stellte er in 0,2proz. Nährlösung her. Am lebhaftesten geht der Teilungsprozess im Lichte, in Nährlösung und bei einer Temperatur von 15° vor sich. Während in Nährlösungen, selbst in 0,05%, die Gametenbildung vollständig unterbleibt, so erfolgt dieselbe sicher, wenn eine Nährsalzkultur in reinem Wasser bei hellem Lichte einer

Temperatur von 15° C ausgesetzt wird. Die Eigenschaft der Nährsalze kann man auch verwenden, um die Gameten in vegetative Zellen umzuwandeln.

13. *Hydrurus.* Den Schluss des ersten Teiles bildet die Besprechung dieses Flagellaten ähnlichen Organismus. Seine Zoosporenbildung tritt mit großer Sicherheit ein, wenn man *Hydrurus* in eine kleine Wassermenge in die Zimmertemperatur von 9—10° bringt.

B. *Pilze.*

In diesem zweiten Abschnitte behandelt Klebs die beiden bekannten Pilzspecies: *Eurotium repens* de Bary und *Mucor racemosus* Fresenius und zeigt auch da, welche Fragen sich der Mycologe in der Physiologie der Pilzfortpflanzung zu stellen hat.

Eurotium repens.

1. Conidienbildung.

Klebs prüfte die Abhängigkeit der Conidienbildung von der Quantität und der Qualität der Nahrung und fand, dass die Quantität wohl die Menge nicht aber das Auftreten der Conidien beeinflusse. Ganz verschieden wirkt dagegen die Qualität der Nahrung. Reines Wasser, unorganische Salze und reines Pepton verhindern die Keimung. Sehr interessant ist die Klebs'sche Anschauungsweise, die er über die Beobachtung entwickelt, dass die Conidien nur in Luft entstehen und durch den Flüssigkeitsgrad des Nährmediums derart beeinflusst werden, dass flüssige Nährböden auf die Conidienbildung hindernd einwirken. Alle Versuche beweisen, dass reichliche Wassermengen einen conidienhemmenden Einfluss ausüben. Lösungen von Traubenzucker, Rohrzucker und Glyzerin ergeben bei höhern Konzentrationen normale Conidienträger, während bei niederm Prozentsatze die nämlichen Erscheinungen eintreten wie bei zu reichlicher Wasserzufuhr, obschon genügende Nahrungsstoffe zur Verfügung stehen. Fügt man zu Nährlösungen, welche an und für sich keine Conidien bilden lassen, Natronsalpeter oder Kochsalz, so tritt Conidienbildung ein. Klebs giebt dazu folgende Erklärung: Der Zellsaft von *Eurotium repens* hat einen ziemlich hohen osmotischen Druck. Sinkt er außen, so muss er auch innen abnehmen, kann es nur bis auf einen gewissen Grad, von wo die Zelle dann zu viel Wasser aufnimmt und dadurch die Conidienbildung gehemmt wird. Wenn es wahr ist, dass Temperaturerniedrigung die Wasseraufnahme erschwert, Temperaturerhöhung dieselbe begünstigt, so müssen bei niederer Temperatur die Conidien befördert, bei höherer dagegen gehemmt werden. Die Experimente bestätigen diese Voraussetzungen. Die wasserentziehende Kraft der Umgebung ist nicht die einzige Bedingung der Conidienbildung, sondern dazu treten noch die Luft und die Transpiration.

2. Perithecienbildung.

Dieselbe ist unabhängig von der Quantität und der Qualität der Nahrung. Flüssigkeiten verhindern auch die Perithecienbildung. Was ihre Abhängigkeit von dem Konzentrationsgrade der Nährlösung betrifft, so liegen die obere, wie untere Grenze bedeutend tiefer als bei der Conidienbildung. So zeigte eine 20proz. Traubenzuckerlösung sehr viele Perithecien und sehr wenig Conidien, eine 90proz. Lösung dagegen keine Perithecien und viele Conidien. Dieses verschiedene Verhalten der Conidien- und Perithecienfortpflanzung gegenüber äußern Bedingungen berechtigen Klebs, die erstere Fortpflanzungsweise mit der ungeschlechtlichen der Algen, die zweite mit der geschlechtlichen zu vergleichen.

Mucor racemosus.

Klebs bespricht folgende Punkte:

1. Sporangienträger.

Die Temperaturpunkte bestimmte er: Minimum 4° C. Optimum 20—25°. Maximum 34° C. Auch die Sporangienträger werden nur in der Luft angelegt. Bei niederem Luftdrucke beobachtete er: a) cymöse Verzweigungen, b) Aussprossen der Sporangienanlagen, c) Columella und Sporen. Die chemische Beschaffenheit der Nahrung ist von geringem Einfluss. Die Konzentration wirkt auf die Länge und die Verzweigung der Sporangienträger ein. Hohe Temperatur wirkt wie starke Konzentration.

2. Schlauchförmiges Mycel.

Dasselbe zeigt eine verschiedene Ausbildung je nach der chemischen Beschaffenheit des Nährbodens. Man kann die beiden Typen unterscheiden: a) spitzendendes Peptonmycel und b) Zuckermycel mit dichtem Inhalt und stumpfen Enden.

3. Septiertes Mycel.

Unter diesem Titel versteht man Bildungen, welche von Brefeld als Oidium-artige Gebilde aufgefasst werden. Klebs kommt zu folgenden Resultaten:

„1. Verzweigte Pilzhyphen, die durch lebhafte Querwandbildung bald lang-, bald kurzzellig werden und hie und da unregelmäßige Anschwellungen zeigen. Diese Form tritt in konzentrierten Lösungen von Traubenzucker (50—60%) auf, ferner auch in Rohrzucker = (60—70%), Glyzerin = (25—30%), Kali- und Natronsalpeter = (10%) Lösungen bei Zusatz von etwas Pflaumensaft.

2. Einzelne, riesig angeschwollene Zellen oder Gruppen von solchen Riesenzellen. Besonders zeigt sich diese Mycelform in einer 3proz. Zitronensäurelösung bei Zusatz von etwas Pflaumensaft.

3. Verzweigte und stark septierte Pilzhyphen, deren Zellen meist kugelförmig angeschwollen sind. Diese Mycelform beobachtet man in 1—2proz. Zitronensäurelösungen mit etwas Pflaumensaft.

4. Verzweigte Pilzhyphen in verschiedenem Grade septiert und angeschwollen, hie und da einzelne Zellen oder kurze Fadenstücke abspaltend. Diese Mycelform erscheint in gärungsfähigen Fruchtsäften oder Zuckerlösungen bei allmählich eintretendem Mangel an Sauerstoff.

5. Hefeartig sprossende, einzelne Zellen oder mehrzellige Fadenstücke bei längerer Dauer der Gärung, infolge stärkerer Hemmung des Längenwachstums".

4. Gemmenbildung.

Klebs fasst die Gemmen als eigene Fruchthyphen auf, die unter eigenen Bedingungen entstehen. Er wies sie in Traubenzucker, Rohrzucker, Milchzucker, Maltose, Inulin, Dextrin, Glyzerin, Asparagin, Harnstoff, Aesculin, Salicin nach. Günstig wirkt eine Temperatur von 28—30° C, ungünstig wirken Gärung, Pepton, sowie das reichliche Auftreten der Sporangien.

Ueberblicken wir kurz den Inhalt dieses wichtigen Werkes, so müssen wir erkennen, dass Klebs den Weg zeigt, wie man zu einer Physiologie der Fortpflanzung kommt. Die Versuche enthalten eine solche Unmenge von Gesichtspunkten, eine solche Gedankenfülle, dass vorliegendes Referat nur die wichtigsten Punkte andeuten konnte. Man ahnte, ja man wusste es schon lange, dass die Fortpflanzung auch von den von außen wirkenden Einflüssen in Abhängigkeit stehe. Diese allgemeine Phrase war auch alles. Klebs hat an ihre Stelle etwas Greifbares, das Experiment gesetzt, und zwar ein Experiment in hundertfachen Variationen und in systematischer Klarheit und Planmäßigkeit. Ich habe mit Absicht alle allgemeinen Gesichtspunkte weggelassen, in der Hoffnung, der allgemeine Teil des ganzen Werkes: „Ueber die Fortpflanzungs-Physiologie der niedern Organismen, der Protobionten" werde nicht zu lange auf sich warten lassen. Eine Frage wird jedem auf den Lippen liegen, der das Klebs'sche Buch zur Hand nimmt, die Frage: Sind die äußern Bedingungen bloße Reize, welche den betreffenden Fortpflanzungsprozess auslösen oder sind sie die eigentlichen Ursachen der betreffenden Lebenserscheinung? Ich glaube, die Klebs'schen Experimente sind sprechend genug dafür, dass die äußern Einflüsse auf die Struktur des lebenden Zellenleibes einen direkten Einfluss ausüben, dass sie dieselbe verändern. Ist es nicht natürlich, anzunehmen, dass Veränderungen des Zellleibes auch andere Arbeitsleistungen ausführen? Klebs spricht an verschiedenen Stellen von den tiefern Eingriffen z. B. der Nährlösungen, des Lichtes, der Konzentration etc. auf die Zusammensetzung des Protoplasten, das ist wahre Physiologie. Als besonders günstige Eigenschaft des vorliegen-

den Werkes erwähne ich die ernste und vorurteilsfreie Behandlung der Litteratur, welche seine behandelten Species betrifft, sowie die vorzüglichen Holzschnitte und die lithographierten Tafeln. Nicht unerwähnt lasse ich auch die praktische Bedeutung des Werkes, welches dem Dozenten Anhaltspunkte an die Hand giebt, die wichtigsten Fortpflanzungsarten mit Leichtigkeit demonstrieren zu können. Unerlässlich ist dieses Werk dem Physiologen, der neue Beiträge zur Physiologie der Fortpflanzung leisten will. Algenkunde und Mycologie sind durch Klebs auf neue Bahnen geleitet worden. Mögen neue Arbeiter auch dieses Laboratorium betreten und an dem neuen Gebäude weiterbauen helfen. [25]

H. Bachmann (Luzern)

Gedanken zur Descendenz- und Vererbungstheorie.

Von Prof. C. Emery in Bologna.

(Fortsetzung von Bd. XVI S. 344.)

IX. Variationsrichtungen und Germinalselektion.

Als ich am 16. September 1895 in Leiden dem Vortrag Weismann's über Germinalselektion beiwohnte, war es mir, als käme ein neues Licht auf, allerlei bisher dunkel gebliebenes zu beleuchten und deutlich zu machen. Die Tragweite der neuen Hypothese schien mir eine noch größere als die ihr vom Vortragenden zugemessene zu sein. — „Ihre Germinalselektion", sagte ich Herrn Weismann, „reicht viel weiter als Sie uns gesagt haben; sie braucht nicht erst von der Personalselektion abgeleitet zu werden, sondern sie kann auch allein zur Bildung von Variationen führen".

Bevor ich aber etwas niederschrieb, wollte ich warten, bis ich Weismann's Vortrag gedruckt vor mir hätte, und inzwischen waren auch die „Neuen Gedanken zur Vererbungsfrage" erschienen, in welcher Schrift bereits der gleiche Gegenstand behandelt wurde. Der Keim der neuen Theorie lässt sich auch noch weiter in den früheren Werken Weismann's verfolgen.

Eine wesentliche Aenderung der Anschauungen des Verfassers, welche sich in den zwei zuletzt erschienenen Schriften kundgibt, ist die Anerkennung der Existenz von Variationsrichtungen (etwa der Onthogenese Eimer's entsprechend), welche von manchen anderen und auch von mir postuliert, aber von Weismann zurückgewiesen wurden; ganz neu ist der Versuch, diese Variationsrichtungen durch das Selektionsprinzip zu erklären. Es war dies eine plötzliche Wendung in Weismann's Anschauungen; darum ist es nicht zu verwundern, dass er, wegen seiner alten Vorliebe für die Darwin'sche Personalselektion, letzterer im gesamten Hypothesenbau eine zu sehr

vorragende Stellung einräumte[1]). Dass dem so ist, will ich nun versuchen, nachzuweisen.

Denken wir uns, dass im Flügel eines Schmetterlings ein neuer, z. B. schwarzer Fleck entstanden sei. Diese Erscheinung war die Folge der Bildung schwarz bestimmender Teilchen in den zu jenem Abschnitt des Flügels gehörigen Bestandteilen (Determinanten) des Keimes. — In den folgenden Generationen mag der neue Fleck entweder *a*) verschwinden, oder dagegen *b*) zunehmen und zuletzt zu einer auffallenden Modifikation der Flügelzeichnung führen. Im Fall *a* ist das schwarzbildende neue Keimelement im Kampf gegen atavische Keimbestandteile erlegen; im Fall *b* hat es gesiegt und sein Gebiet auf der Flügelfläche nach und nach ausgedehnt. Es wäre in einem solchen Fall eine Variationsrichtung entstanden und zwar ohne jede Beteiligung von Personalselektion. Um die Entstehung einer solchen Variationsrichtung zu ermöglichen ist nur eines notwendig: dass der erste Träger des neuen Fleckes denselben an seine Nachkommen überliefert habe, was von allerlei inneren und äußeren Umständen abhängig sein mag, durch Isolierung wohl am meisten begünstigt werden dürfte.

Solange die neue Variation sehr gering bleibt, dürfen wir annehmen, dass sie für die Existenz ihres Trägers indifferent ist. Selektionswert kann sie ja nur bei einer gewissen Größe erreichen. Dann wird sie, wenn schädlich, in Folge des Eingreifens von Personalselektion, zur Vernichtung der entstandenen Variation und der angebahnten Variationsrichtung führen, wenn nützlich, die stärkere Vermehrung der neuen Varietät und den Fortschritt der Variation in der angebahnten Richtung bewirken. Die Personalselektion kann nur auf bereits angebahnte Variationsrichtungen einwirken; die Gründung derselben entgeht ihrem Einfluss.

Wir können aber auch annehmen, dass die neue Variation, selbst wenn sie für unsere Sinne auffallend geworden ist, dennoch für das Gedeihen ihrer Träger indifferent bleibe. In diesem Fall mag sie, in Folge von Ereignissen, welche sich im Keim und im wachsenden Keimplasma abspielen, vor- und zurückschreiten, sich verzweigen oder stationär bleiben, ohne dass die Personalselektion daran teil zu nehmen habe. Es ist also möglich, dass neue Formen einzig und allein durch Keimauslese, ohne Teilnahme der Personenauslese entstehen.

---

1) Es ist auch nicht zu verwundern, dass die Gegner Weismann's diese Bekehrung des verdienten Theoretikers höhnisch besprechen, während sie dabei den Wert der neuen Hypothese herabzusetzen suchen. Im erbitterten Ton gewisser polemischer Schriften leuchtet unverkennbar Aerger und Neid ihrer Verfasser gegen den glücklicheren und besser begabten Denker durch.

Es ist noch ein dritter Fall denkbar. Eine neue Eigenschaft könnte, als sie entstand, nützlich gewesen sein und deswegen von der Personenauslese bevorzugt, aber beim Ueberschreiten eines Optimum schädlich werden. Wenn die betreffende Species oder Varietät sonst durch andere nützliche Eigenschaften bevorzugt ist, so wird sie das Todesurteil der Personenauslese noch eine zeitlang nicht zu fürchten haben, und die angebahnte schädlich gewordene Variation wird in ihr, von der Keimauslese unterhalten, immer weiter fortschreiten. Aber es mag ein Moment kommen, wo nützliche und schädliche Eigenschaften im Gleichgewicht stehen und bald letztere überwiegen. — Daraus ergibt sich die Möglichkeit eines Konfliktes zwischen Germinal- und Personal-Selektion, indem die Resultate der ersteren den Organismus im Laufe der Generationen zu unvermeidlichem Verderben führen können. Ich bin überzeugt, dass das Aussterben vieler Organismen im Laufe der geologischen Perioden durch derartige Verhältnisse zu Stande gekommen ist.

Veränderung einzelner Determinanten oder Determinantengruppen im Keime geben Veranlassung zur Variation und zugleich zur Germinalselektion. Die Keimauslese bestimmt also (zugleich mit verschiedenen äußeren Verhältnissen) das Erlöschen oder das Fortschreiten der angefangenen Variation; sie bestimmt Variationsrichtungen, welche, wenn sie nicht zeitig gehemmt werden, grenzlos weiter vor sich gehen können und, wenn schädlich, zum Untergang ihrer Träger führen.

Erst dann tritt die Darwin'sche Selektion, d. h. die Personenauslese ein. Sie steht über den anderen Faktoren der Speciesbildung als höchstes Gericht, das Gute bevorzugend, das Schlechte vernichtend; sie hat aber weder das Gute noch das Schlechte geschaffen. — Ich glaube also das richtige ausgesprochen zu haben, als ich von dieser damals allein in Frage stehenden Art der Selektion schrieb, sie sei „ein hochbedeutender Faktor der Evolution, welcher in der Bestimmung der Variationsrichtungen die höchste Rolle spielt; sie ist aber bei weitem nicht der einzige und vielleicht sogar nicht der wirksamste“ [1]). — Von der Germinalselektion hatte ich damals keine Ahnung; jener Satz war also gegen die Allmacht der Naturzüchtung im damaligen Begriff von Personalauslese gerichtet; in diesem Sinn widerspricht er den neuesten Anschauungen Weismann's nicht [2]).

Damit will ich aber nicht sagen, dass ich mich der neuen Richtung Weismann's ohne Rückhalt anschließe. Ich will hier aus seiner letzten Arbeit zwei Aphorismen hervorheben, die ich überhaupt nicht unterschreiben möchte:

1) Gedanken zur Descendenz- und Vererbungstheorie: diese Zeitschrift, Bd. XIII, S. 397.

2) Vergl. Weismann, Ueber Germinal-Selektion, 1896, I. Anhang, S. 66.

(S. 61): „Alles ist zweckmäßig in der lebenden Natur".
(S. 18): „Es muss . . . niemals an den passenden Variationen an der passenden Stelle gefehlt haben".

Beides ist für mich unbewiesen, ja, wie ich glaube, nicht richtig.

Zum ersteren Satz wird Weismann dadurch geführt, dass er sich die Personalselektion noch zu sehr überall wirksam vorstellt. Wird aber angenommen, dass Variationsrichtungen durch alleinige Wirkung der Germinalselektion angebahnt werden können, so ist eine notwendige Folge davon, dass die dadurch erzeugten Veränderungen der Organismen auch indifferent sein können; also weder zweckmäßig noch zweckwidrig. Ich bin fest überzeugt, dass sehr viele spezifische Merkmale der Pflanzen- und Tierarten ihrem Träger überhaupt keinen Nutzen bringen; dass z. B. es einer Coccinelle weder nutzt noch schadet, dass sie 2 oder 7 oder 22 schwarze Punkte auf rotem oder gelbem Grund trage; einem Lamellicornier-Männchen, das auf seinem Rücken und Kopf so und so viele oder so und so gestaltete Höcker und Hörner gewachsen sind; einem *Papilio* von der *Podalirius*-Gruppe, dass die schwarzen Streifen auf seinen Flügeln mehr oder weniger Raum einnehmen als der helle Grund. Diese und eine Menge anderer Eigenschaften liegen außerhalb des Gebietes der Personenauslese und sind entweder durch Einwirkung äußerer Momente (Klima u. dergl.) auf das werdende Lebewesen, oder durch Germinalselektion allein entstanden. Von einer erwiesenen Zweckmäßigkeit derselben kann nicht die Rede sein.

Gegen den zweiten Satz spricht die Paläontologie durch den Nachweis, dass ganze artenreiche Sippen des Tierreiches rasch und ohne irgendwelche modifizierte Nachkommen zu hinterlassen, aussterben. Es sterben nicht nur Arten, sondern Gattungen, Familien, ja ganze Ordnungen nach längerer oder kürzerer Blütezeit aus. Es schwanden z. B. viele Gruppen der Ungulaten des Eocäns in Folge der Veränderungen in der Flora aus der ganzen Welt. Das Auftreten der Gräser war ihnen fatal, denn sie konnten das neue Futter nicht kauen; es waren in ihrem Gebiss die passenden Variationen, die sie dazu befähigen konnten, im passenden Moment nicht da. Aber es waren bei jenen Tieren zwei Variationsrichtungen angebahnt, welche durch die vernichtende Personenauslese nicht gehemmt werden konnten: einerseits die progressive Zunahme der Körpergröße; andererseits die einseitige Differenzierung und Zahlbeschränkung des Gebisses. Jene Tiere hatten sich (um einen Ausdruck Kükenthal's zu gebrauchen) „in eine Sackgasse verrannt" und konnten nicht mehr gerettet werden.

Aber vielleicht hätten sich manche auch ohne die Veränderung des Futters nicht gerettet! Die fortschreitende Variation auf bestimmter Bahn hatte sie zur exzessiven Ausbildung von Eigenschaften, welche am Ende schädlich wurden, geführt; sie mussten deswegen im

Kampf ums Dasein gegen auf besserer Bahn variierende Formen unterliegen. Die zur Rettung nötigen passenden Variationen fehlten; sie waren ja unmöglich, denn die Germinalselektion arbeitete zu Gunsten bestimmter Keimelemente gegen das Interesse des Gesamtorganismus und führte durch unpassende Variationen zu unzweckmäßigen Organisationsverhältnissen.

Sind wir im Laufe der Zeit zur Erkenntnis gekommen, dass die Naturzüchtung im alten Sinn, d. h. die Personalselektion, wie jetzt Weismann selbst zugeben muss, nicht allmächtig ist und, dass sie, wie ich annehme, nicht überall einwirkt, weil sich Vieles ihrem Einfluss entzieht, so bleibt noch festzustellen, ob das Selektionsprinzip überhaupt in der ihm jetzt von Weismann gegebenen Form von Germinal-, Histonal- und Personalselektion sich der Allmacht rühmen kann.

Ursprünglich muss jede blastogene Veränderung eines Lebewesens von äußeren Einflüssen abhängen, welche auf den Gesamtorganismus der Eltern und mittelbar auf das Keimplasma eingewirkt haben. Treffen solche Einwirkungen von allen homologen Determinanten nur einen Teil, so wird zwischen den veränderten und unveränderten Kampf und Germinalauslese stattfinden. Nimmt man aber an, dass alle einander homologe Keimelemente zugleich verändert werden können, so ist dadurch, ohne weiteres, eine Variation entstanden. Wirkt das gleiche Moment auf mehrere Generationen fort, so mag eine progressive Variation gebildet werden, ohne dass Germinalselektion stattgefunden habe. Sie wird erst weiter, je nachdem sie dem Individuum nützt oder schadet, von der Personalselektion bevorzugt oder vernichtet werden. Aber wir können uns auch denken, dass eine solche Variation indifferent bleibe, d. h. außer dem Bereich der Personenauslese liege. In letzterem Fall könnte eine Eigenschaft eines Organismus ohne irgendwelche Beteiligung des Selektions-Prinzipes entstanden sein. — Ich spreche hier nur von logischer Möglichkeit, aber ich bin geneigt, anzunehmen, dass viele sog. klimatische Varietäten in der That manche ihrer Eigenschaften dem Einfluss der Existenzbedingungen allein auf das Keimplasma verdanken.

Durch seine neue Hypothese der Keimauslese hat Weismann den Bereich des Selektionsprinzips sehr wesentlich erweitert, indem er dadurch eine Erklärung dunkler innerer Vorgänge der Organismen gegeben hat. Ob aber das ganze Problem der Speciesbildung dadurch gelöst ist, möchte ich nach wie vor dahingestellt lassen und doch dem unbekannten Gott, oder richtiger den unbekannten Gottheiten der natürlichen Schöpfung einen bescheidenen Altar bauen. Die Wirkung äußerer Einflüsse auf den Organismus ist dem Experiment zugänglich. Was sich aus gut geführten derartigen Versuchen ergeben mag, wird die Zukunft lehren. [10]

Biologisches über *Dreissensia polymorpha* Pallas.

Von Prof. **Joh. Frenzel**, Biol. Station, Friedrichshagen.

Nachdem E. Korschelt vor einigen Jahren[1]) nachgewiesen, dass *Dreissensia polymorpha* Pallas eine Entwicklung durch freischwärmende, mit einem Velum versehene Larven durchmacht, ist das Interesse, welches man von jeher für diese eigentümliche Muschel hegte, von neuem rege geworden. Bei der Diskussion über den vorliegenden Gegenstand erwähnte E. v. Martens ferner eine Beobachtung Rossmässler's, „nach welcher die Dreissensien eine gewisse Beweglichkeit behalten, indem sie sich von ihrer Unterlage loslösen und sich eine größere oder kleinere Strecke davon wieder anzuheften vermögen". Ebenso hatte schon Reichel[2]) früher eine Beobachtung mitgeteilt, „wonach die Dreissensien sich im Winter aus den seichteren Ufergegenden der Gewässer mehr in die Tiefe zurückziehen sollen, woraus Korschelt den Schluss zog: „Es müsste dann also der Byssus, mit dem sie festgeheftet sind, abgestoßen werden". Es fiel Korschelt dabei jedoch auf, „dass die Dreissensien immer klumpenweise angetroffen werden", woraus er weiter schließen durfte, dass sie „sich also nach der früher erfolgten Trennung wieder vereinigen mussten". Auch W. Weltner[3]) konnte bald darauf bestätigen, dass „die Muscheln einer Ortsveränderung fähig sind", und hebt eine zweite Mitteilung Reichel's[4]) hervor, wonach „*Dreissensia* unter Abstoßung ihres Byssus den Ort verändern kann, und dass die älteren Muscheln sogar regelmäßige Wanderungen ausführen".

Bei dem vorliegenden Gegenstande interessierte mich nun besonders die Frage, ob die Dreissensien wirklich zum Winter in die Tiefe wandern und auf welche Weise sie dies anstellen. Thatsächlich werden Dreissensienkolonien ja auch in größeren Tiefen angetroffen; so berichtet Weltner (l. c.), dass er sie im Tegeler See noch in einer Tiefe von 12 m angetroffen, und ebenso fand ich sie im Müggelsee an einzelnen Stellen noch in dessen größter Tiefe, nämlich bei 8 m. Gelegentlich der Eisfischerei, also im Winter, werden ferner durch das große Zugnetz, die Wade, erhebliche Mengen von *Dreissensia*-Klumpen aus der Tiefe heraufbefördert; doch scheinen sie dann meist am sog. schwarzen Schaar zu sitzen, also nicht in den tiefsten Stellen, sondern am Uebergang vom flachen Ufer zu der eigentlichen Sohle. Sonst aber d. h. zur Sommerszeit findet man sie gewöhnlich und in größten

1) E. Korschelt, Ueber die Entwicklung von *Dreissensia polymorpha* Pallas, in: Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde, Berlin 1891, S. 131 ff.

2) Zool. Anzeiger, 1887, S. 488 ff.

3) W. Weltner, Zur Entwicklung von *Dreissensia*. Zool. Anzeig., 1891. Nr. 379.

4) Zool. Beiträge von A. Schneider, 1890, II. Bd.

Mengen auf dem sog. weißen Schaar[1]), also auf flachen Stellen, sei es auf weißem Sande, sei es auf Modder, sowohl auf kahlen Stellen, wie auch zwischen Wasserpflanzen. So sind sie auf der sandigen flachen Region von dem Gelände der Biologischen Station hierselbst außerordentlich häufig.

Bereits im Winter 1894/95 war mir aufgefallen, dass auf dieser soeben genannten Region unter dem Eis so außerordentlich wenig Kolonien der „Schafklauenmuschel", wie die *Dreissensia* wohl auch genannt wird[2]) — wir nennen sie hier der Kürze halber „Dreieckmuschel" — anzutreffen waren, an Stellen, wo sie während des Sommers nie vermisst wurden. Auch konnten sie keineswegs einfach abgestorben sein, denn dann hätte man doch noch leere, zu Klumpen vereinigte Schalen finden müssen; aber auch diese waren äußerst spärlich. Da an dem gleichen Orte ferner — zur Sommerszeit — viel Unioniden hausen, und da diese gewöhnlich mit einer Dreissensienkolonie besetzt sind, so glaubte ich mir die Sache so erklären zu können, dass die Unioniden bei ihrer Wanderung ihre Miether mitschleppten. Im darauffolgenden Sommer wurde indessen festgestellt, dass die überwiegende Mehrzahl der Kolonien nicht auf Unio saßen, sondern vielmehr zumeist auf Steinen und anderen leblosen Gegenständen, und damit musste die obige Erklärung fallen, um so mehr, als im Winter 1895/96, etwa im Februar, fast gar keine Dreiecksmuscheln auf der weißen Schaar angetroffen wurden. Diese waren mithin thatsächlich größtenteils verschwunden. Mit Beginn dieses Winters (1896/97) nahm ich jedoch diese Frage wieder auf, zumal mir die zuerst zitierte Erklärung, dass sich die Muscheln behufs Wanderung in die Tiefe von ihrer Unterlage loslösen sollten, nicht genügend geklärt schien. Zwar ist es richtig und kann jederzeit leicht demonstriert werden, dass sich von Kolonien, die in Aquarien oder sonstige kleine Behälter gesetzt werden, oft eine Anzahl von Exemplaren loslösen. Dies sind indessen immer die kleineren, während die größeren bei eintretender Fäulnis eher absterben, als dass sie jenes thun. So wurden die größten der abgelösten Muscheln mit einer Länge von 7 bis 12 mm bestimmt, während die Größe der festsitzenden etwa 22 bis 25 mm ausmacht, wobei bemerkt sein möge, dass die Dreissensien des Müggelsees keine erhebliche Größe erreichen und hierin z. B. hinter denen des Tegeler Sees zurückstehen. Würde mithin in der Natur dasselbe stattfinden wie im Aquarium, so müssten auf den Kolonien die größeren Muscheln zurückbleiben, und dies ist thatsächlich nicht der Fall; denn wenn man zur Winterszeit noch Kolonien antrifft, so bestehen diese stets aus Individuen verschiedener Größe.

1) Man hört bald „Der Schaar", bald „Die Schaar" sagen.

2) E. Friedel, Ueber die Ursache der Verunreinigung des Berliner Leitungswassers im Nov. 1895, in: „Brandenburgia". Monatsblatt d. Gesellschaft f. Heimatkunde der Provinz Brandenburg, Nr. 12, März 1896, S. 375 ff.

Nun hatte ich im vorhergehenden Sommer (1895) gelegentlich eine Beobachtung gemacht, über die ich damals hinwegging, die mir indessen nachträglich wieder in Erinnerung kam. Beim Sammeln von Unioniden etc. wurden nämlich vor dem Gelände der Biolog. Station eine größere Anzahl von Dreissensienklumpen aufgenommen, um zu sehen, ob sie auf einer Muschel oder einem andern Gegenstand (Stein) aufsaßen. Dabei wurden die letzteren achtlos wieder fortgeworfen und fielen vielfach so auf den Sandgrund, dass der zum Festheften dienende Gegenstand, z. B. der Stein oft nach oben gewendet war, während er sonst natürlich stets die unterste Stelle der Kolonie bezeichnet. Als nun nach einigen Tagen eine Wiederholung obiger Suche vorgenommen wurde, ergab sich, dass alle Kolonien wieder ihre richtige Lage, also mit dem Stein nach unten angenommen hatten. Gelegentlich glaubte ich auch die Beobachtung gemacht zu haben, dass in Aquarien gesetzte Kolonien innerhalb dieser ihre Lage und ihren Ort veränderten, eine Beobachtung, die mir zwar von Aquarienliebhabern bestätigt wurde, die indessen immerhin auf Täuschung beruhen konnte, da die Kolonien möglicherweise auf einer lebenden Unio sitzen konnten, welche nun ihrerseits die Bewegung ausgeführt hätte. Vor einiger Zeit jedoch legte ich einen auf einem Steinchen angewachsenen Klumpen von Dreiecksmuscheln in ein Glas mit Wasser und war nicht wenig erstaunt, als sich dieser Klumpen am nächsten Tage umgedreht erwies. Um aber jeden Irrtum auszuschließen, stellte ich daraufhin einige Versuche an. Es wurde zu diesem Zweck erstens eine solche Kolonie in eine Glasschale gelegt und zwar mit genauer Bezeichnung ihrer Lage. Schon nach Verlauf von ca. 1 bis 2 Stunden zeigte sich die ganze Kolonie um eine Kleinigkeit verschoben, und am andern Tage, also nach 20 Stunden, betrug die Verschiebung ca. 5 cm, derart, dass man den ursprünglich eingenommenen Ort noch genau an seinen Umrissen erkennen konnte. Wird nämlich ein solcher Muschelklumpen sogar in klares Wasser gelegt, so entstehen doch bald durch die Atembewegungen der Tiere Wirbel, welche den auf und zwischen den Muscheln liegenden Detritus, Schlamm etc. aufrühren, der sich dann zu Boden senkt und diesen ziemlich gleichmäßig bedeckt. Nur die von dem Klumpen selbst eingenommene Stelle bleibt selbstverständlich frei, und, wenn jetzt der Klumpen sich verschiebt, so ist diese Stelle heller d. h. weniger von Detritus bedeckt.

Diese Versuche ergaben mithin, dass sich die Dreissensienkolonien in ihrer Gesamtheit fortbewegen können, ohne dass es also erforderlich ist, dass sich zu diesem Zweck die einzelnen Individuen loslösen.

In einer zweiten Reihe von Versuchen wurden ferner die Klumpen umgekehrt hingelegt, also mit dem Stein nach oben, und auch hier ergab sich schon nach kurzer Zeit, nach ca. 1 Stunde, eine ganz erhebliche Lageveränderung und eine derartige Drehung, dass der

Stein schon eine völlig seitliche Lage eingenommen hatte. Eine vollständige Umdrehung in die ursprüngliche Lage trat allerdings nicht in allen Fällen ein; doch mochten hieran die unnatürlichen Verhältnisse, der Stillstand des Wassers, die Glätte des Glasbodens etc. Schuld sein. Es geht indessen auch aus diesen Versuchen zur Genüge hervor, dass die Dreissensienkolonien immer das Bestreben haben, ihre natürliche und ursprüngliche Lage, also den als Substrat dienenden Gegenstand nach unten gekehrt, wieder einzunehmen, wenn sie in dieser Lage gestört worden sind, und darin findet mithin meine oben erwähnte Beobachtung (an den fortgeworfenen Klumpen) ihre Bestätigung.

Tritt nun zur Winterszeit ein Verschwinden der Dreissensienkolonien aus den flacheren Regionen ein, so muss dies mithin als eine Wanderung bezeichnet werden. Diese Wanderung aber dürfte sich nicht in der Weise vollziehen, dass sich die einzelnen Muscheln, ob groß, ob klein, ablösen, sondern sie findet ihre genügende Erklärung in dem Umstande, dass die Kolonien als solche zu wandern im Stande sind. Ja mir scheint, dass nicht einmal beide Erklärungen neben einander bestehen können. Es müsste dann in der That auffallen, wie es ja auch Korschelt auffiel, dass die Muscheln immer klumpenweise, auch im Winter, angetroffen werden. Man müsste dann doch z. B. gelegentlich der Eisfischerei auch vereinzelte Exemplare in einiger Menge sehen, und dies ist keineswegs der Fall. Um dies aber noch sorgfältiger zu ermitteln, stellte ich neuerdings, gelegentlich des so früh eingetretenen Frostes in diesem Herbst (1896), weitere Beobachtungen an. Als das Eis gerade stark genug war, um einen leichten Mann zu tragen — wir benutzten hierzu mit Vorteil einen leichten Stoßschlitten mit langen Kufen, einen sog. Rennwolf — wurden Löcher ins Eis geschlagen und Dreiecksmuscheln gesucht. Solche fanden sich noch (Anfang Dezember), aber spärlich, und jedenfalls viel spärlicher als im Sommer und Frühherbst; sie waren außerdem alle in Klumpen vereinigt, und einzelne lebende Tiere wurden nicht gefunden, weder große noch kleinere. Als dann nach ca. 8 Tagen — der Frost hatte seinen diesmaligen Höhepunkt erreicht — wieder eine Suche stattfand, waren die Kolonien allem Anschein nach wieder seltener geworden, und es ist zu erwarten, dass sie wie früher, so auch in diesem Winter mit zunehmender Kälte, noch mehr von den flacheren Stellen verschwinden und nach der Tiefe gehen werden.

Es möchte mithin auch aus diesen Beobachtungen hervorgehen, dass die Dreissensienklumpen als solche wandern, und dass eine andere Erklärung, in diesen Fällen wenigstens, ausgeschlossen ist. Außerdem aber zeigt sich, dass die Wanderung nicht schon frühzeitig vollendet wird, sondern dass sie nach und nach, mit fortschreitender Kälte eintritt, wie ja auch ohne Zweifel die Fortbewegungsgeschwindigkeit eine sehr geringe ist.

Das Wandern der Dreiecksmuscheln in tiefere Regionen mag auch

noch in anderer Beziehung von biologischem Interesse sein. Die Kolonien dienen nämlich einer ganzen Gruppe von Organismen als Wohnung und Aufenthalt, und diese Organismen gelangen gleichfalls in die Tiefe. So fand ich mitten im Winter, mit den Muscheln vereint, eine Anzahl lebender Tiere, so Insektenlarven, Asseln, *Gammarus*, Würmer (Egel etc.), ferner Algen, unter denen Bacillariaceen vorherrschten, etc. Gleichzeitig ziehen sich aber noch andere Tiere in die Tiefe, so vor allem die Fische, und wenn man bisher geneigt war, anzunehmen, dass diese insgesamt während des Winters nicht fressen, so ist dies keineswegs so genau zu nehmen, denn völlig leer ist ihr Magen selten und oft genug kann man frisch aufgenommene Nahrung darin konstatieren. Hier mögen nun die Dreissensienkolonien mit ihren Bewohnern in Frage kommen; doch sei dies an diesem Orte eben nur leicht berührt, denn eine genauere Feststellung dieses Punktes steht noch aus.

Die Mechanik der Fortbewegung der Dreissensienkolonien bedarf zum Schluss noch einer kurzen Erörterung. Wie bekannt[1]), besitzen die noch sehr jungen Individuen, einen umfangreich entwickelten Fuß, der später im Wachstum zurückbleibt und eine stummelförmige Gestalt — beim ausgewachsenen Tiere — annimmt. Es ist ferner bereits weiter oben erwähnt worden, dass die Muscheln, solange sie wenigstens noch nicht ganz ausgewachsen sind, also in einer Größe von ca. 7 bis 12 mm (bei Exemplaren des Müggelsees!) eine gewisse freie Beweglichkeit behalten, insofern nämlich, als sie sich abzutrennen vermögen und mit Hilfe ihres immer noch vorhandenen Fußes wandern. Dies geschieht, wie Korschelt an ganz jungen Tierchen nachgewiesen, dadurch, dass der Fuß „sich mit dem Ende fixiert, worauf er kontrahiert und der Körper nachgezogen wird". Das Gleiche habe ich nun auch an etwas größeren Muscheln beobachtet, wo freilich die Geschwindigkeit eine so langsame ist, dass sie mit dem Auge nicht unmittelbar verfolgt werden kann. Es lässt sich indessen feststellen, dass sich die Muscheln in einer gewissen Zeit eine gewisse Strecke fortbewegen, und zwar mit dem Fuße voran. Außerdem scheint aber auch noch eine umgekehrte Bewegung stattzufinden, dergestalt also, dass sich diese Muscheln mit dem nach hinten — im Sinne der Bewegung — gerichteten Fuße weiterschieben. Wie es ferner scheint, wird dann noch eine andere Art der Bewegung ausgeführt, und zwar mit Hilfe der Schalen; jedenfalls aber möchte es klar sein, dass die noch nicht völlig ausgewachsenen Dreiecksmuscheln, einer Stoß- und Zugbewegung fähig sind. Betrachtet man nun eine Dreissensienkolonie, so sieht man, dass diese nicht etwa aus gleichartigen Individuen zusammengesetzt ist, sondern aus solchen der verschiedensten Größe, aus älteren und jüngeren. Ebenso wie nun diese letzteren sich als Einzeltiere zu bewegen vermögen, so muss ihnen eine ähnliche Bewegungsfähigkeit auch zukommen,

1) E. Korschelt l. c. S. 144.

wenn sie festgewachsen sind. Damit ließe sich mithin das Wandern eines ganzen Dreissensienklumpens ausreichend erklären, und die direkte Beobachtung steht nicht im Widerspruch hierzu. Man kann nämlich sehen, wie die größten Muscheln geschlossen bleiben, während die kleinern klaffen und die Schalen auf und zu klappen, eine Erscheinung, die besonders dann deutlich wird, wenn man den ganzen Klumpen auf den Rücken gelegt hatte, worauf eine lebhafte Reaktion eintritt. Merkwürdig muss bei allem dem freilich die Uebereinstimmung in der Anordnung der Bewegungen sein. Aber vielleicht ist diese Uebereinstimmung auch nur eine scheinbare; vielleicht sind die kleineren Muscheln, die sich, im Aquarienversuch wenigstens, loslösen, ich möchte sagen widerspenstig und wollen nicht wie die andern, so dass man sich vorstellten könnte, sie reißen sich, im Bestreben sich nach entgegengesetzter Richtung zu bewegen, von den übrigen los. Davon abgesehen aber herrscht ohne Zweifel doch eine bestimmte, allen Gliedern der Kolonie innewohnende Absicht vor, den Ort zu verändern, und zwar nach einer bestimmten Richtung, oder wenn die Kolonie in ihrem Gleichgewicht gestört war, um die ursprüngliche Lage wieder einzunehmen. Die durch reinen Zufall zu einem gemeinsamen Ganzen zusammengeführten Dreissensien haben mithin auch einen gemeinsamen Willen — etwa nur mit obiger Ausnahme — und handeln wie ein einzelnes Individuum. [18]

Beobachtungen über die Befruchtung und ersten zwei Teilungen an den lebenden Eiern kleiner Nematoden.

Von **R. v. Erlanger.**

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Die bereits 1873 von Bütschli und 1874 von Auersbach im Leben untersuchten Eier kleiner Nematoden, sind erst vor kurzem wieder der Gegenstand eines eingehenden Studiums an lebendem Material gewesen, doch hat Ziegler (95) gerade über die feineren Vorgänge bei der Befruchtung und den ersten zwei Teilungen nur weniges beobachtet, was nicht schon früher von den beiden erwähnten Forschern festgestellt worden wäre. Es erschien mir daher wünschenswert, diese Vorgänge einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen, und zwar unter stetem Vergleich mit dem, was an konserviertem Material für andere Nematodenarten ermittelt worden ist, und ich erlaube mir die erzielten Resultate hier ganz kurz mitzuteilen.

Ich erhielt aus feuchter Erde, auf welcher ich in Stücke geschnittene Regenwürmer hatte verfaulen lassen, folgende vier Nematodenarten: 1. *Diplogaster longicauda*, 2. *Rhabditis teres*, 3. *Rhabditis pellio*, 4. *Rhabditis dolichura*. *Diplogaster longicauda* ist mit *Rhabditis nigrovenosa* Ziegler's hauptsächlichstes Objekt gewesen, an *Rhabditis*

teres hat er ebenfalls einige Beobachtungen angestellt, endlich hat ihm höchst wahrscheinlich auch *Rh. dolichura*, eine hermaphroditische Form, vorgelegen. Es ist auffallend, dass Ziegler gerade die typische, im Regenwurm parasitierende Form, *Rh. pellio*, nicht erhalten hat. Um dieselbe mit Sicherheit in Reinkulturen zu züchten, verfuhr ich folgendermaßen. Ich betäubte einen möglichst großen Regenwurm mit alkoholisirtem Wasser, schnitt ihn lebend dorsal der Länge nach auf, präparierte den Darm heraus, spülte die Leibeshöhle und die äußere Oberfläche sorgfältig ab und zerschnitt darauf den Wurm der Quere nach in 4—6 Stücke. Die so erhaltenen ausgebreiteten Stücke wurden mit der Aussenseite auf ausgeglühte, mit destilliertem Wasser befeuchtete Gartenerde in eine sterilisierte Glasschale gelegt und etwa eine Woche lang in der feuchten Kammer aufbewahrt. Nach einer Woche waren die Stücke vollständig verfault und bildeten einen übelriechenden Brei, in welchem zahllose Exemplare von *Rh. pellio* lebten, andere Nematodenarten fehlten gänzlich. Die hermaphroditische Form *Rh. dolichura* erhielt ich einmal in ziemlicher Menge nach dem gewöhnlichen Verfahren und ich züchtete dann aus drei reifen Exemplaren in der Bütschli'schen indifferenten Flüssigkeit eine ungeheuere Menge von Individuen weiter. Auch konnte ich den Nachweis führen, dass diese Art sich hermaphroditisch fortpflanzt, indem ich Embryonen und unreife Tiere isolierte, welche sich dann einzeln zu geschlechtsreifen Weibchen, mit befruchteten Eiern und Embryonen entwickelten. In den Embryonen entstehen zuerst aus indifferenten Geschlechtszellen Spermatozoen, welche sich im Receptaculum seminis ansammeln und die später gebildeten Eier desselben Individuums befruchten. Obgleich ich aus drei Exemplaren bereits hunderte von Generationen gezüchtet habe, ist mir noch kein Männchen begegnet, auch konnte ich niemals gegenseitige Begattung beobachten. Ich benutzte hauptsächlich *Rh. pellio* und *dolichura* zu meiner Untersuchung. *Rh. teres* und *Diplogaster longicauda* nur nebenbei.

Die Spermatozoen von *Diplogaster* und *Rh. dolichura* sind wegen ihrer Kleinheit für die Untersuchung ungeeignet, diejenigen von *Rh. pellio* und *teres* dagegen verhältnismäßig groß und lassen manche interessante Verhältnisse erkennen. In der Ruhe und nach Abtötung sind diese Spermatozoen kugelrund, der etwas längliche Kern liegt stark exzentrisch, von einer kugeligen Anhäufung gröberer Körner umgeben, der Rest des Zellleibes ist im Leben glashell. Im Receptaculum seminis zeigen die Samenkörper meistens die spitzkugelförmige Gestalt der Spermatozoen von *Ascaris megalocephala* (kegelförmiger Typus), wie Ziegler sie schon abgebildet hat, wobei der Kern, mit der ihn umgebenden Körnerschicht, den vorderen abgerundeten Teil einnimmt, welchem der glashelle kegelförmige Teil ansitzt. Lässt man die Spermatozoen durch Druck oder Zerschneiden des Weibchens in in indifferente Flüssigkeit austreten, so zeigen sie sehr ausgesprochene

amöboïde Bewegungen des glashellen Teiles, während das vordere, runde, Kern und Körner führende Ende keine Pseudopodien entwickelt. Die Pseudopodien bilden sich aus breiten flachen Falten, welche öfters den ganzen homogenen Teil des Samenkörpers durchsetzen, sich verästeln und miteinander in Verbindung treten, während die freien Enden der Scheinfüsschen sehr energische, plötzliche Nickbewegungen ausführen können. Niemals sah ich die Körner in den homogenen Teil eintreten, wie dies Ziegler angibt und ich glaube, dass die von ihm abgebildeten Körnerzüge den von Pseudopodien gebildeten Längsfalten entsprechen.

Die meisten Eier haben eine längliche Gestalt, mit großen, bläschenförmigen Keimbläschen, in welchem ein deutlicher Nucleolus zu beobachten ist, der eine bis mehrere Vacuolen enthält. Bei *Rh. teres* konnte ich im lebenden Keimbläschen ein Liningerüst mit eingestreuten, sehr blassen Körnern erkennen, welche sich nach Abtötung und Färbung als Vierergruppen entpuppten. Kurz vor dem Durchtritt des Eies durch das Receptaculum seminis verschwindet der Nucleolus. Den Durchgang des reifen Eies durch das Receptaculum und die Besamung konnte ich bis jetzt nur zweimal beobachten. Der Vorgang erfolgt so rasch und die Spermatozoen sind bei *Rh. dolichurus* so klein, dass ich nicht viel über diesen interessanten Punkt ermitteln konnte, doch sah ich, dass das Ei den ersten Samenkörper, dem es begegnet, fast augenblicklich in sich aufnimmt. Das Spermatozoon verschwindet in dem granulirtem Eiplasma und kommt erst nach einiger Zeit als männlicher Pronucleus[1]) wieder zum Vorschein. Ich bezeichne das Eiende, welches zuerst in das Receptaculum eindringt als den äußeren, das, nach dem Eintritt in den Uterus dem Receptaculum zugewendete Ende, als den inneren Pol. Die Richtungskörperbildung erfolgt erst nach der Besamung am inneren Pol unter sehr ausgesprochenen Strömungen des Eiplasmas und amöboiden Bewegungen des inneren Poles. Es werden zwei Richtungskörper ausgestoßen, welche sich nicht mehr teilen und sehr lange unter der Eihaut nachweisbar bleiben, die sehr bald nach der Besamung vom Ei selbst gebildet wird. Am lebenden Ei konnte ich die Gestalt der sehr kleinen Richtungsspindeln nicht ermitteln, an Präparaten zeigen dieselben leicht abgestumpfte Enden ohne Spur einer Polstrahlung. Gleich nach der Bildung des ersten Richtungskörpers tritt am äußeren Pol der männliche Vorkern als ein kleines Bläschen auf, welches vielleicht aus dem Konfluieren mehrerer kleineren Bläschen entsteht. Der weibliche Vorkern bildet sich natürlich am entgegengesetzten inneren Pol und bleibt stets um etwa $^1/_3$ kleiner als der männliche (Fig. 1).

Der weibliche Vorkern rückt ziemlich rasch nach dem Eicentrum hin (Fig. 2 u. 13) und scheint durch die sehr energischen Strömungen

1) Ich benutze die Ausdrücke: „Pronucleus“-„Vorkern“ nur der Bequemlichkeit halber, ohne damit diesen Kernen die Natur von Halbkernen zuzuerkennen, oder denselben ein besonderes Geschlecht zuzuschreiben.

Fig. 1. Fig. 2. Fig 3. Fig. 4.

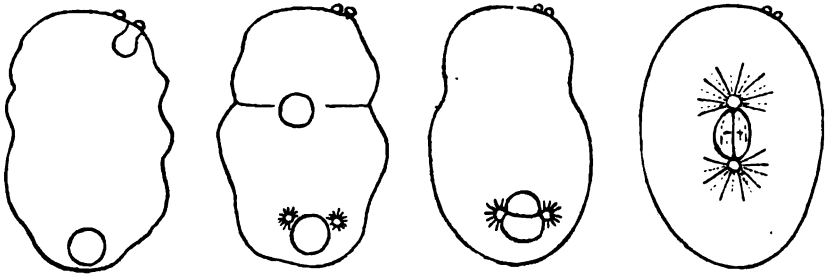


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7, Fig. 8.

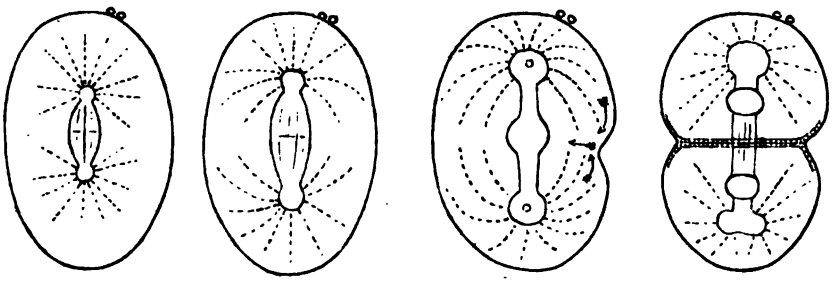


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12.

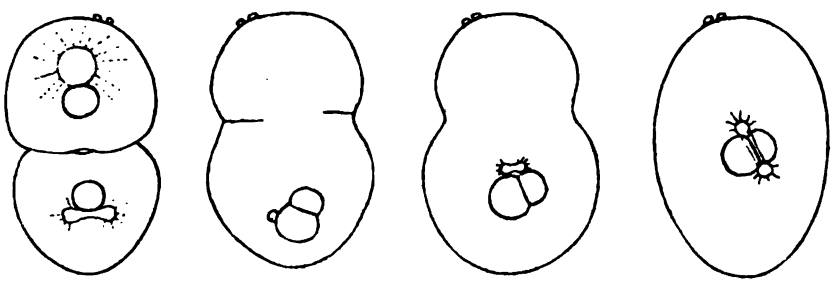
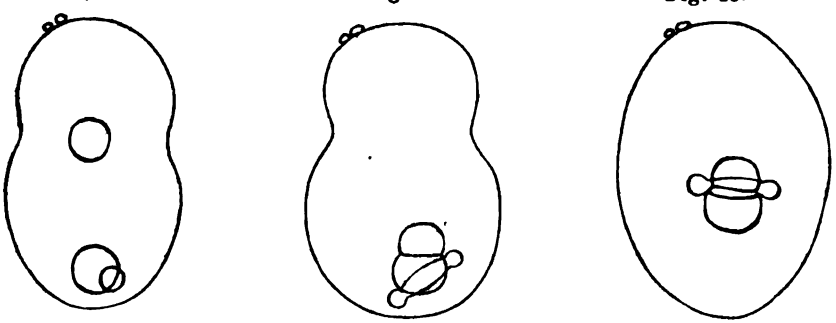


Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.



des Eiplasmas bewegt zu werden. Diese Strömungen äußern sich hauptsächlich in der „inneren" Hälfte des Eies, welches sehr ausgesprochene amöboïde Bewegungen ausführt, wobei sie die mannigfaltigsten Hervorwölbungen der Oberfläche verursachen und das Ei durch eine

Furche in zwei ungleiche Teile zerfallen lassen, von denen der kleinere den weiblichen Vorkern enthält (Fig. 1, 2 u. 10). Der weibliche Pronucleus rückt dabei immer weiter gegen den Eimittelpunkt vor und in die größere Eihälfte hinein, während der männliche nahe unter der Oberfläche des äußeren Poles verbleibt (Fig. 13). Bei *Rh. pellio* sieht man öfters auf diesem Stadium in der Nähe des männ. Vorkernes einen runden hellen Fleck auftreten (Fig. 13), welcher einer sogenannten Sphäre entspricht, dasselbe kann bei *Rh. dolichura* vorkommen. Die Sphäre teilt sich bald und es entsteht zwischen den Tochtersphären eine sogenannte Centralspindel (Fig. 14) (*Rh. p.*), die aber nur dann deutlich gesehen werden kann, wenn sie in einiger Entfernung vom männlichen Pronucleus sich befindet. Bei *Rh. dolich.* liegt die stark gekrümmte Centralspindel dem *Pron. masc.* eng an (Fig. 2) und kann dann nur in seitlicher Ansicht wahrgenommen werden. Bald nähert sich der weibliche Vorkern dem männlichen und legt sich ihm dicht an, wobei die beiden Kerne einander gegenseitig abplatten (Fig. 3, 10, 14). Lag die Centralspindel bei diesem Vorgang zwischen dem männlichen Vorkern und dem Eimittelpunkt, so gerät sie ganz von selbst zwischen die beiden Vorkerne; war dies dagegen nicht der Fall, so dreht sie sich allmählich so, dass sie in den nach der Eioberfläche gerichteten Spaltraum zwischen den Vorkernen hineinschlüpft (Fig. 14 u. 15 *Rh. p.*)

Die Bildung der Sphäre, ihre Teilung und die Entstehung der Centralspindel scheint von der Zeit abhängig zu sein, welche der weibliche Vorkern braucht, um den männlichen zu erreichen. Erfolgt diese Wanderung relativ langsam, so verläuft die Sache so, wie ich sie eben dargestellt habe, erfolgt sie relativ schnell, so tritt die Sphäre erst dann auf, wenn die beiden Vorkerne sich aneinanderlegen und zwar am männlichen Pronucleus, scheinbar als ein knopfförmiger Vorsprung, (Fig. 10), rückt von der Kernoberfläche ab, teilt sich (Fig. 11) unter Bildung einer Centralspindel, welche wieder in den Spalt zwischen den beiden Vorkernen hineinschlüpft und sich ebenfalls senkrecht auf Verbindungsebene der Kernmittelpunkte einstellt.

Bemerkenswert ist die Variabilität in der Gestalt der jungen Centralspindel und ihre große Unabhängigkeit vom männlichen Vorkern, solange die Konjugation der Vorkerne und die Einstellung nicht erfolgt ist. Was den zweiten Punkt anlangt, so sah ich die Centralspindel einmal vor der Konjugation vom männlichen Vorkern sich entfernen und nahe an den weiblichen herantreten, nach der Konjugation erfolgte die Einstellung der Centralspindel in ganz normaler Weise. In Bezug auf den ersten Punkt muss hervorgehoben werden, dass die Gestalt der Centralspindel durch ihre Lagerungsbeziehungen zu den Vorkernen bedingt wird. Bildet sie sich frühzeitig und liegen die Sphären dem männlichen Vorkern dicht an, so schmiegt sich die Centralspindel der Kernoberfläche an und ist entsprechend gekrümmt,

liegen die Sphären in einiger Entfernung vom männlichen Vorkern, so ist die Centralspindelaxe eine gerade.

Einmal war die Centralspindeleinstellung schon vollzogen, ehe die Pronuclei einander berührten. Diese lagen im Gesichtsfeld zufällig übereinander und ich konnte beobachten, wie die stark gekrümmte Centralspindel von den Centren zwischen die Vorkerne hineinzog und ihre Konvexität der Verbindungslinie der Kernmittelpunkte zuwandte, während gewöhnlich die Spindelaxe eine gerade oder nach außen konvex gekrümmte ist. Die ungeteilte Sphäre zeigt gar keine oder nur eine ganz schwache Strahlung, auch tritt diese erst ganz allmählich um die Spindelpole resp. die Tochtersphären auf.

Die konjugierten Vorkerne erscheinen als Bläschen, welche einander an der Berührungsstelle gegenseitig stark abplatten (Fig. 3, 4, 10 u. 11) und zeigen je eine deutliche Membran oder Außenschicht und einen deutlichen Nucleolus. Das Chromatin der Kerne lässt sich nur durch Abtötung des Eies nachweisen und scheint dieselben Veränderungen durchzumachen, wie auf den entsprechenden Stadien des Eies von *Ascaris megalocephala*, d. h. das ursprünglich in Gestalt von Körnern auf das Netz resp. Wabenwerk von Linin verteilte Chromatin, sammelt sich schließlich zu sogenannten Chromosomen. Zwischen den beiden Vorkernen sind gewöhnlich einige Dotterkörner eingeklemmt, welche die Scheidewand recht deutlich machen und von denen die äußersten Centrosomen vortäuschen könnten. Bald rücken die beiden aneinandergelegten Pronuclei langsam unter gewissen Schwankungen und Drehungen nach dem Eimittelpunkt hin, wobei die Lagerungsbeziehungen der Vorkerne zueinander und die Einstellung der Centralspindel auf die Verbindungsebene der Vorkernmittelpunkte konstante bleiben. Diese Wanderung vollzieht sich unter langsamen Strömungen des gesamten Eiplasmas, wobei die Pseudofurche ganz verschwindet und das „innere“ kleinere Eisegment allmählich in das größere äußere hineinfließt, bis das Ei wieder eine annähernd ellipsoïdische Gestalt angenommen hat und die Vorkerne mit der Centralspindel etwa die Mitte des Eies erreicht haben, dabei ist der „innere“ die Richtungskörper führende Eipol stets etwas breiter als der entgegengesetzte äußere Pol. Während der Wanderung der Vorkerne nach dem Eimittelpunkt, oder wenn sie diesen erreicht haben, erfolgt die Einstellung der Centralspindel in die Längsaxe des Eies, ein Prozess den Ziegler mit dem Namen „Taxis“ belegt hat, und es tritt jetzt eine Pause in der Entwicklung ein.

Nach der Pause beginnen die konjugierten Pronuclei sich in die Länge zu strecken, wobei jeder von ihnen noch eine deutliche Membran zeigt (Fig. 4). Bei stark gepressten Eiern kann man auf diesem Stadium öfters schon Andeutungen intranucleärer Spindelfasern wahrnehmen und auch die sich anlegende Aequatorialplatte als eine dunkle Querlinie bemerken (Fig. 4). Gleichzeitig haben sich die Asteren oder

Polstrahlungen bedeutend entwickelt. Bald strecken sich die konjugierten Pronuclei noch mehr in die Länge und die Umrisse ihrer Membranen verschwinden zuerst an den Polen (Fig. 5), schließlich ganz (Fig. 6) und somit ist die erste Furchungsspindel fertig. Es gelang mir durch Abtötung, Färben und Aufhellen der Eier auf den schon beschriebenen Stadien die Centralkörper in den Sphären und an den Spindelpolen nachzuweisen, wobei Centralkörper und Sphären eine große Uebereinstimmung mit den entsprechenden Gebilden des *Ascaris*-Eies zeigen. Gelegentlich ereignete es sich, dass ein von mir kontinuierlich beobachtetes Ei abstarb; sofort traten dann die Centrosomen als rundliche Körper hervor, welche zuweilen Andeutungen einer feineren Struktur, d. h. einer Zusammensetzung aus mehreren Bläschen zeigten. An derartigen abgestorbenen Eiern treten auch die Chromosomen mit größter Deutlichkeit hervor, ohne dass eine Färbung notwendig wäre.

Auf das Stadium der fertigen ersten Furchungsspindel folgt wiederum eine, wenn auch kurze Pause, worauf die Spindel ihre Gestalt verändert; ihre Breite nimmt im allgemeinen stark ab, wogegen ihre Längsaxe scheinbar größer wird (Fig. 7). In Wirklichkeit sind aber die Mittelpunkte der Asteren (Sphären und Polstrahlung) nicht weiter auseinandergerückt, wie ich durch sorgfältige Messungen wiederholt festgestellt habe, jedoch erscheint die Längsaxe der Spindel deshalb länger, weil die hellen Höfe oder Sphären beträchtlich an Durchmesser zugenommen haben (vergl. Fig. 6 u. 7). Ferner bemerkt man im Aequator der Spindel eine rundliche Auftreibung (Fig. 7), welche, wie Präparate lehren, die geteilte Aequatorialplatte enthält, deren Hälften, die Tochterplatten, noch nicht sehr weit auseinandergewichen sind. Die Polstrahlung hat sehr beträchtlich zugenommen, wobei die Strahlen in bogenförmigen Linien, mit der Eioberfläche zugewendeter Konvexität verlaufen. Einzelne Strahlen lassen sich bis zu dem Aequator des Eies verfolgen. Oefters konnte ich auf diesem Stadium am lebenden Eie die Centrosomen in der Mitte der sogenannten Sphären, oder der hellen Höfe an den Spindelpolen beobachten (Fig. 7). Während die Spindel die eben beschriebenen Veränderungen in ihrer Gestalt erfährt, gerät das Eiplasma von neuem in sehr starke Strömungen, welche die Spindel in langsame pendelnde Bewegungen versetzen. Die Richtung der Strömungen ist von den Spindelpolen nach dem Aequator des Eies, und die Strömungen selbst erfolgen abwechselnd in der einen und der anderen Eihälfte(Längshälfte). Nun tritt plötzlich auf der einen Seite des Aequators die erste Andeutung der Teilungsfurche auf, wobei deutlich beobachtet werden kann, wie die Strömung von den Spindelpolen nach dem Aequator verläuft in die Anlage der Furche einbiegt und nach dem Polen zurückkehrt. Derselbe Vorgang wiederholt sich in der anderen Eihälfte und augenblicklich durchschneidet die erste Teilungsfurche den ganzen Eiäquator. Die beiden ersten

auf diese Weise gebildeten Furchungszellen sind ungleich groß und zwar liegt die größere am inneren, die kleinere am äußeren Eipol. Die größere führt also die Richtungskörper und entspricht dem stumpferen Eipol. Da die erste Furche im Aequator einschneidet ist es begreiflich, dass an dem stumpfen Eipol die größere Zelle entstehen muss und dass die Ungleichwertigkeit der Teilung schon im voraus durch die Ungleichwertigkeit der Eipole bedingt wird.

Auf allen Stadien der Entwicklung, welche ich bis jetzt beschrieben habe, konnte ich stets eine deutliche Alveolarschicht nachweisen, während der feinere Bau des Protoplasmas meistens durch die eingelagerten Dotterkörner verdeckt wird. Doch gelang es mir hier und da an günstigen Exemplaren, wo wenig Körner vorhanden waren, oder gewisse Partien des Eiplasmas verhältnismäßig davon frei waren, einen netzig-schaumigen Bau mit Sicherheit zu erkennen, wenn auch der Durchmesser der einzelnen Alveolen ein recht kleiner ist. Sehr prägnant tritt die Alveolarschicht in Gestalt der Carnoy'schen Zellplatte auf (Fig. 8), welche den aneinandergelagerten Alveolarschichten der beiden ersten Furchungszellen entspricht. Das Auseinanderweichen der Tochterkernanlagen erfolgt gleichzeitig mit der Bildung der ersten Furche, da die rundliche Anschwellung im Aequator der fertigen ersten Furchungsspindel (Fig. 7) durch die Furche in zwei helle rundliche Flecken zerlegt wird, die zunächst dicht beieinander auf den entgegengesetzten Seiten der Furche liegen, bald aber auseinanderweichen (Fig. 8) und bis zu der zugehörigen Sphäre wandern, welcher sie schließlich dicht anliegen (Fig. 9). Eine zeitlang bleiben die Tochterkerne durch ein zylindrisches Bündel sogenannter Verbindungsfasern (Fig. 8) in Zusammenhang, bald aber verschwinden diese, die beiden Furchungszellen runden sich gegeneinander ab (Fig. 9) und es entsteht zwischen ihnen ein kleiner Hohlraum (Fig. 9) welcher gewöhnlich eine annähernd linsenförmige Gestalt hat und dem „corps lenticulaire" van Beneden's entspricht.

Von der Konjugation der Pronuclei ab bis zu dem Moment, wo die erste Teilungsfurche auftritt, haben sowohl die sogenannten Sphären (helle Höfe, Centroplasmen) als auch die Polstrahlungen an Größe stets zugenommen. Man muss berücksichtigen, dass dabei die Polcentren bis zum Stadium der fertigen schlanken Spindel immer weiter auseinandergerückt sind und den Eipolen sich genähert haben, ohne dass eine Verkürzung der sogenannten Polstrahlen stattgefunden hätte, im Gegenteil die Polstrahlen sind stetig länger geworden, im selben Maße als die Centroplasmen angewachsen sind, verlaufen aber nicht mehr gerade, sondern bogenförmig gekrümmt. Nach der ersten Teilung bilden sich die Polstrahlungen stetig zurück (Fig. 8 u. 9), wobei die Strahlen wieder gerade erscheinen, doch gilt dasselbe vorerst nicht von den Centroplasmen, welche sich in jeder der beiden ersten Furchungszellen verschieden verhalten. Dasjenige der kleineren Zelle wird sehr bald,

während die zugehörige Tochterkernanlage noch auf der Wanderung begriffen ist, länglich, dann hantelförmig, während dasjenige der größeren Zelle rundlich bleibt. In scheinbarem Widerspruch mit diesem Verhalten der Centroplasmen steht die Thatsache, dass bei sämtlichen von mir untersuchten Nematodenarten, mit Ausnahme von *Rh. teres*, die größere Zelle sich vor der kleineren teilt.

Ehe ich auf die Teilung der zwei ersten Furchungszellen zu sprechen komme, muss ich noch auf einige interessante Abweichungen vom typischen Verlauf, des schon besprochenen Entwicklungsvorganges aufmerksam machen. Die Richtungskörper bilden sich in der Regel in der Nähe des inneren Poles, doch habe ich ausnahmsweise beobachten können, dass sie in der Nähe des Aequators ausgestoßen wurden, wobei das Ei statt in zwei Abschnitte sich einzuschnüren, wie das die Regel ist, drei Segmente ausbildete, wovon das mittlere den weiblichen Pronucleus enthielt. Das mittlere Segment verschwand wieder während der Konjugation der Pronuclei, während dasjenige am inneren Pole noch einige Zeit bestehen blieb und dann in das größere am äußeren Eipol gelegene hineinfloss. Eine weitere Abweichung von der Norm, welche schon von Bütschli (73) und neuerdings wieder von Ziegler (95) beobachtet wurde, besteht darin, dass die konjugierten Pronuclei sich je nach dem entgegengesetzten Pol der Centralspindel verschieben und dass je ein Centroplasma mit dem benachbartem Pronucleus in engere Verbindung tritt. Beim Verschwinden der Vorkernmembranen gleicht sich die Verschiebung der Vorkerne wieder aus und die weitere Entwicklung verläuft ganz normal. Ich habe bereits hervorgehoben, dass der männliche Pronucleus vor dem weiblichen sich bildet und größer als derselbe ist, jedoch habe ich ausnahmsweise das umgekehrte Verhältnis konstatieren können. Endlich muss ich noch hervorheben, dass die ausgebildete erste Furchungsspindel, infolge der Strömungen im Eiprotoplasma in den verschiedensten Richtungen vorübergehend verbogen werden kann, sodass ihre sogenannten Fasern zuweilen wellig verlaufen. Dasselbe gilt von den Polstrahlungen, welche gelegentlich förmliche Wirbel bilden, wie sie Mark bei dem *Limax*-Ei abgebildet haben. Diese Befunde beweisen, dass die Spindel und ihre sogenannten Fasern, kein starres, resistentes Gebilde repräsentieren. Dieselben Deformationen an der Spindel und an den Polstrahlungen können auch durch äußere Ursachen hervorgebracht werden. z. B. durch den Druck anliegender Eier oder durch die Bewegungen von Embryonen, welche die Eihülle gesprengt haben und sich zwischen den weniger entwickelten Eiern hindurchschlängeln. Das gesamte Eiplasma, inclusive Spindel und Polstrahlungen, ist stets plastisch und flüssig, doch zeichnet sich die Substanz der Spindel und der Asteren durch größere Zähflüssigkeit aus. [16]

Heidelberg, 25. November 1896. (Schluss folgt.)

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. März 1897.** **Nr. 5.**

Inhalt: **Brandt**, Ueber die sogenannten Hundemenschen, beziehungsweise über Hypertrichosis universalis. — **Gräfin M. v. Linden**, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen. — **Frenzel**, Zur Planktonmethodik. — **Matzdorff**, Die deutsche Seefischerei auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung. — **Henneguy**, Leçons sur la cellule, morphologie et reproduction. — Das Tierreich.

Ueber die sogenannten Hundemenschen, beziehungsweise über Hypertrichosis universalis.

Von Dr. **Alexander Brandt**,

o. Professor der Zoologie in Charkow.

In früheren Aufsätzen[1]), welche der Existenz kausal-prädestinierter Entwicklungsrichtungen das Wort reden, wagte ich es die Viragines oder Mannweiber, vulgo bärtigen Frauen, als prophetische Individuen, als Pioniere auf einem — kommenden Generationen vorgezeichneten Entwicklungspfade zu betrachten. Diese Hypothese veranlasste einen geschätzten Kollegen Prof. J. v. Kennel[2]) zu einer Widerlegung, welche ich um so weniger unbeantwortet lassen möchte, als unsere Kontroverse mit dem großen, allgemein interessanten Problem der Phylogenie des Menschengeschlechts zusammenhängt. Das Thema von den Viragines bei dieser Gelegenheit nochmals aufnehmend, sah ich mich auch zu Studien über Hypertrichosis im Allgemeinen und über die

1) Anatomisches und Allgemeines über die sog. Hahnenfedrigkeit und über anderweitige Geschlechtsanomalien bei Vögeln. Zeitschr. f. wiss. Zool., XLVIII, 1889, S. 101—190.

Ueber Variabilität der Tiere. Wien u. Leipzig. 1892. 8°. In Kommission bei K. F. Köhler (auch in: R. v. Dombrowski's Allgem. Encyklop. der ges. Forst- u. Jagdwiss.).

Ueber Variationsrichtungen im Tierreich. Sammlung gemeinverst. wiss. Vorträge von Virchow u. Holtzendorff, Heft 228, 1895. (Mehrfache sinnentstellende Druckfehler.)

2) Studien über sexuellen Dimorphismus, Variation und verwandte Erscheinungen. Schr. d. Naturf.-Ges. bei der Universität Jurjeff-Dorpat, IX, 1896.

sogen. Hundemenschen im Besondern veranlasst. Diesen merkwürdigen Subjekten sei der gegenwärtige Artikel gewidmet; während ein zweiter, ihm auf dem Fuße folgender die Viragines besprechen soll.

Die meisten der als Hunde-, Löwen-, Bären-, Affen- und Waldmenschen bekannt gewordenen Leutchen bereisten verschiedener Herren Länder um sich als wunderbare Naturspiele zur Schau stellen zu lassen. So kam es, dass Manche von ihnen an mehreren Orten von verschiedenen Beobachtern selbständig beschrieben und mithin nachträglich in der teratologischen Statistik doppelt und dreifach registriert werden. M. Bartels[1]), welcher sich der Mühe unterzog, die betreffenden Fälle zu sammeln und kritisch in Tabellenform zusammenzustellen, brachte es bis zum Jahre 1884, für einen Zeitraum von drei Jahrhunderten nur auf 24 — wie er annimmt — mehr oder weniger sicher konstatierte Nummern. Hierbei ist aber noch zu bemerken, dass der fleißige und verdiente Verfasser die Hypertrichosis universalis im weiteren Sinne des Wortes nimmt. Bei alleiniger Berücksichtigung der uns hier zunächst interessierenden echten Hundemenschen, dürften aus seinen Verzeichnissen mit mehr oder weniger Zuversicht einige Fälle, so namentlich die Ende der fünfziger Jahre vielbesprochene Julia Pastrana nebst ihrem Söhnchen, zu streichen sein. Dasselbe gilt auch für die nach dem Jahre 1884 neu hinzugekommenen Fälle. Mögen nun auch hin und wieder echte Hundemenschen in der Verborgenheit ihr Leben gefristet, resp. ihre schmachvollen Haare stets sorgfältig mit dem Rasiermesser aus dem Gesichte entfernt haben, so wird man immerhin zugeben müssen, dass die Hundemenschen zu den überaus seltenen Monstra gehören. Hierzu kommt noch der Umstand, dass die Anomalie erblich und alle mit ihr behafteten Glieder ein und derselben Famlie auch als ein Vorkommnis, gewissermaßen als einziger Fall betrachtet werden können. Die große Seltenheit der Missbildung mag als genügende Ursache gelten, weshalb Hundemenschen bisher nur innerhalb der indoeuropäischen Rasse bekannt geworden.

Die verabscheute Anomalie verschont in gleichem Maße weder das starke, noch das schöne Geschlecht. Keine Volksklasse ist vor ihr gesichert, auch nicht der hohe Adel, wie der zuerst durch v. Siebold wiederentdeckte bayerische Freiherr aus dem XVI. Jahrhundert beweist. Dieser Magnat ließ sich in Gemeinschaft mit seiner hübschen jungen Frau und zwei kleinen Sprösslingen in Oel verewigen. Er mochte mit den Jahren gelernt haben gute Miene zum bösen Spiel zu machen und sein Geschick mit Humor zu tragen; denn sonst hätte er

---

1) Ueber abnorme Behaarung beim Menschen. Zeitschrift f. Ethnologie, VIII, 1876, S. 110—129; XI, 1879, S. 145—194; XIII, 1881, S. 213—233. — Ueber den Affenmenschen und Bärenmenschen (Vortrag), ibid. XVI, 1884, S. 106—113.

wohl dem Maler kaum gestattet seinen, gleichfalls haarigen, lieben Kleinen eine Eule in die Händchen zu geben, welche doch offenbar die Aehnlichkeit des haarigen Kleeblatts mit diesem unbeliebten Vogel veranschaulichen sollte. War es bloßer Zufall, dass gerade eine Eule und nicht ein Affenpinscher zur Illustrierung der Tierähnlichkeit gewählt wurde oder war etwa diese Hunderasse damals — wenigstens im Schlosse des Freiherrn — noch unbekannt?

Aus eigener Anschauung kannte ich nur das Wunder „der Kostromaschen Wälder", den „Waldmenschen" Adrian Jewtichjew und sein dreijähriges Söhnchen Fedor. Von einem unternehmenden Impresario ausfindig gemacht, ließ sich der genannte russische Bauer dazu bereden das Rasiermesser bei Seite zu legen und aus seinem abnormen Haarwuchse und dem seines kleinen Sprösslings Kapital zu schlagen. So erschienen dann die beiden zu Anfang des J. 1873 auf ihrer Kunstreise zunächst in Petersburg. Ich besuchte sie wiederholentlich, begnügte mich jedoch damit, die an ihnen gemachten Beobachtungen Darwin brieflich mitzuteilen, dessen liebenswürdiges Antwortschreiben, wie erwartet, die phylogenetische Bedeutung der Phänomene hervorhebt. Einige Monate später gelangten die russischen Haarmenschen in die bewährten Hände von Virchow und wurden von ihm der Berliner medizinischen Gesellschaft vorgestellt.

Das ganze Gesicht des Adrian, die Augenlider und Ohren nicht ausgenommen, war mit zottigen, feinen, seidenweichen, aschblonden Haaren bedeckt, deren Länge einige Centimeter betrug. Ein merklicher Unterschied in der Behaarung des Gesichtes nach Regionen war nicht vorhanden; ein Schnurr-, Backen- oder Kinnbart im gewöhnlichen Sinne, d. h. aus stärkeren und längeren Dauerhaaren bestehend, fehlten durchaus. Von der Stirn aus setzte sich die Behaarung ohne merkliche Grenze auf das Schädeldach fort, woselbst das Haar, so viel mir erinnerlich, nicht viel stärker als im Gesichte gewesen sein mochte. Die Aehnlichkeit des Adrian mit einem Affenpinscher war in den Momenten besonders auffällig, wenn ihm die Haare wirr über die Augen herabfielen. Wurden sie, wie es die Portraits zu zeigen pflegen, gleich dem Schleier einer Eule, nach allen Seiten frisiert, so nahm sich unser Subjekt um Vieles menschlicher aus[2]). Wider Erwarten waren Rumpf und Extremitäten lange nicht so dicht behaart, wie der Kopf es vermuten ließ, ja recht dicht behaarte Stellen wechselten daselbst mit nur spärlich behaarten ab. Die Beschaffenheit der Haare an Rumpf

1) Die russischen Haarmenschen. Berliner klin. Wochenschrift, X, 1873, Nr. 291, S. 337—339.

2) Adrian findet sich in zahlreichen, namentlich populären Zeitschriften abgebildet. Ein besonders gutes, den meisten Lesern wohl leicht zugängliches Portrait ist dem Artikel „Hypertrichose" von G. Behrend in Eulenburg's Realencyklop. der ges. Heilkunde, Bd. X, beigegeben.

und Extremitäten war annähernd dieselbe, wie im Gesicht. Das Söhnchen, der kleine Fedor, zeigte im Gesicht sowohl, als auch am übrigen Körper, weit spärlichere, und dabei noch hellere, fast farblose Haare. Auf dem Schädeldach waren sie merklich länger als im Gesicht, wovon auch die von Bartels (l. c. 1876, Taf. VII, Fig. 6) reproduzierte Abbildung Zeugnis ablegt. Der Kleine hatte es bis zu seinem dritten Lebensjahre nur auf die vier unteren Schneidezähne gebracht, während der Herr Papa über alle 16 Zähne im Unterkiefer, im Oberkiefer aber nur über einen einzigen, den linken Eckzahn, verfügte. Die mehr oder weniger verkrüppelten Zähne des Alten waren seiner Aussage nach sehr spät und unregelmäßig aufgetreten.

Ueber das weitere Schicksal der russischen Haarmenschen erfahren wir, dass Adrian nach seiner Heimkehr dem Trunk erlegen, sein Söhnchen hingegen zu einem schönen Specimen eines Hundemenschen herangewachsen. Bartels[1]) sah ihn im Jahre 1884, als beinahe 14jährigen Knaben im Castan'schen Panopticum wieder und gab alsdann von ihm eine sehr genaue Beschreibung, welcher ich einige Daten entnehme. Das dicht behaarte Gesicht erinnerte nunmehr in seiner Totalerscheinung an dasjenige eines Affenpinschers. Die Kopfhaare setzten sich in ununterbrochenem Zuge über die ganze Stirn fort und gingen unvermittelt in die langen Augenbrauen über. Sehr gut entwickelt, von 4 cm Länge, ist die bei den echten Hundemenschen so gewöhnliche Haarlocke oberhalb der Nasenwurzel (Affenpinscherlocke). Von den Nasenflügeln entspringen schnurrbartartige 5 cm lange Haarlocken, welche man gleichfalls mit denjenigen der Affenpinscher vergleichen kann. Die Ohrmuschel ist nur auf ihrem oberen Rande von Haaren frei, ganz so, wie es von der Maphoon aus Laos berichtet wird. Die Hinterseite der Ohrmuschel ist mit kurzen Haaren besetzt; die Vorderseite aber trägt in ihrer ganzen Ausdehnung dichtstehende lange Haare, welche in der Gegend des äußern Gehörganges eine, auch sonst bei Hundemenschen vorkommende, Quaste von 12 cm Länge bilden. Die Kopfhaare sind fein und weich im gewöhnlichen Sinne, während die Haare des Gesichtes als seidenweich bezeichnet werden müssen. Die Kopfhaare sind dunkelbraun, die Haare der Stirn, ebenso wie diejenigen des Nasenrückens und der Nasenflügel sind von hellrotbrauner Farbe, die Haare der Wangen und Oberlippe erscheinen mehr graubraun, die Behaarung des Untergesichtes ist von einem blassen Gelbgrau, mit einem entschiedenen Stich in Helllila. Es nimmt also vom Scheitel her bis zum Kinn die Pigmentierung der Haare stetig an Intensität ab. Am Rumpfe ist sie vollständig verschwunden. Fedor ist am ganzen Körper behaart, allerdings mit Ausnahme der

1) Ueber den Affenmenschen und den Bärenmenschen. Zeitschr. f. Ethnol., XVI, 1884, S. 106—113.

Vorderseite des Halses, der Innenseiten der Arme, der Hände und Füße. Trotz ihrer nicht unbedeutenden Länge und Dichtigkeit ist die Körperbehaarung von einer solchen Feinheit und Pigmentlosigkeit, dass sie sich kaum für das Auge markiert, sondern wie eine leichte Wolke den Körper zu decken scheint. Die große Genauigkeit, mit welcher Bartels die Dichtigkeit und Länge dieser Haare an den einzelnen Gegenden des Rumpfes und der Extremitäten bespricht, lässt mit Zuversicht voraussetzen, dass die von ihm unter anderem erwähnten Haare in der Achselhöhle und auf dem Mons Veneris sich in ihrer Beschaffenheit nicht von den übrigen unterscheiden; denn sonst hätte er es jedenfalls bemerkt. Ueber den Fortschritt in der Bezahnung des Knaben seit seiner ersten wissenschaftlichen Untersuchung im Alter von 3 Jahren belehrt uns Virchow während der Diskussion über den Bartels'schen Vortrag. Zu den vier Schneidezähnen des Unterkiefers hatten sich noch die beiden Eckzähne des Oberkiefers, freilich in stark verkümmertem Zustande gesellt.

Die übrigen Glieder der Hundemenschen-Sippschaft gleichen, ihren Portraits nach zu urteilen, den russischen wie ein Affenpinscher dem andern, gleichviel ob Mann, ob Weib, ob aus Deutschland oder Hinterindien gebürtig. Die Portraits unterscheiden sich untereinander hauptsächlich in der Frisur sowohl auf dem Scheitel, als namentlich auch im Umkreis der Augen. Ein thatsächlicher Unterschied liegt zum Teil in der Länge der Haare. Während diese nämlich auf Stirn und Wangen bei Allen eine gleiche, wohl durch ein zeitiges Ausfallen normierte Länge zeigen, finden wir sie an anderen Stellen des Kopfes wohl auch über das gewöhnliche Maß verlängert. So dürften beim Shwe-Maong, dem Stammvater ostasiatischer Hundemenschen, die Scheitelhaare bis an die Schultern gereicht haben und auch beim 3jährigen Fedor Jewtichjew waren sie bedeutend länger als im Gesicht. Die Abbildungen der Augsburgerin Barbara Ursler aus dem XVII. Jahrhundert zeigen die Behaarung am Unterkieferbogen bartartig bis zum Gürtel herab verlängert. Die auch anderen Exemplaren zukommenden, den äußeren Gehörgängen entquellenden Haarlocken waren bei diesem Frauenzimmer besonders lang. Variabel ist ferner der Ausbildungsgrad der Haare an Rumpf und Extremitäten Auch in der Stärke der Haare, sowie in ihrer Farbe dürften mehr oder weniger merkliche Abweichungen vorkommen.

Wie gewisse andere Hautanomalien, die Ichthyosis z. B., so ist auch die uns hier interessierende Form der Ueberbehaarung, wie erwähnt, erblich. Hierbei ergiebt sich die hoch wichtige Thatsache, dass die Repräsentanten der zweiten und dritten Generation meist nackt, beziehungsweise bloß mit abnorm behaarten Ohren zur Welt kamen und die sich hieran knüpfenden Hoffnungen der Eltern gewöhnlich — wenn auch nicht immer — erst nach wenigen Monaten, in einzelnen

Fällen jedoch noch viel später, selbst noch nach dem fünften Lebensjahre vereitelt wurden (Bartels 1879, S. 181).

Indem wir uns nunmehr der morphologischen Deutung der betreffenden Anomalie zuwenden, haben wir zunächst die beiden wesentlichsten einander gegenüber stehenden Ansichten hervorzuheben, von denen die eine die abnorme Behaarung als postembryonales, die andere als embryonales Flaumhaar deutet.

Als Vertreter der erstgenannten Ansicht nenne ich Virchow, Bartels und Waldeyer[1]). Unter ihnen nimmt Virchow gewissermaßen einen exceptionellen Standpunkt ein. Er betont nämlich den Umstand, dass bei den russischen Haarmenschen sowohl, als auch bei der Familie aus Ava (Hinterindien), bestehend aus Großvater, Tochter und Enkel, es sich um eine übermäßige Haarbildung handle, die im Wesentlichen auf ein ganz beschränktes Körpergebiet, das Gesicht und die angrenzenden Teile, beschränkt ist. In dies Gebiet fällt auch die mangelhafte Zahnbildung. Vergegenwärtigen wir uns nun, dass bei den „Waldmenschen" die wesentlichen Veränderungen im Trigeminus-Gebiet liegen, dass die mangelhafte Entwicklung der Kiefer und Zähne in derselben Zone mit der excessiven Entwicklung der Haare an Stirn, Nase, Wangen und Ohren stattgefunden hat, so liegt es gewiss nahe hierfür eine neuristische Erklärung zu suchen. Diesem entgegen erinnert Bartels (1876, S. 126) mit vollem Rechte daran, dass außer dem Trigeminus-Gebiet noch andere Partien des Körpers der Hundemenschen mehr oder weniger ähnlich behaart sind, abgesehen davon, dass wir keine Einsicht darin haben, warum sich der Einfluss des Trigeminus in dieser absonderlichen Weise äußert. Mag Virchow, trotz dieses Einwandes auch noch später (Zeitschr. f. Ethnol., XVI, 1884, S. 111) auf seine Trigeminustheorie zurückkommen, so erklärt er nichts desto weniger die „Edentatenform" der Hypertrichose als ganz außerhalb des Rahmens der bekannten Dinge stehend.

Die Deutung der Hundemenschen-Behaarung als stehengebliebene, weiter auswachsende Lanugo foetalis drängte sich mir sofort bei der ersten Bekanntschaft mit Adrian Jewtichjew auf und wurde nicht bloß durch die äußeren Attribute seiner Haare hervorgerufen, sondern fand auch ihre Bestätigung in einem Vergleich ihrer mikroskopischen Textur mit der des Wollhaars eines Fötus, wobei sich eine vollständige Uebereinstimmung herausstellte. Letztere äußerte sich namentlich in der Marklosigkeit der Haare, einer negativen Eigentümlichkeit, welche allerdings kein absolutes Unterscheidungsmerkmal darstellt, da auch die Flaumhaare des Erwachsenen zum größten Teil, ja auch viele menschliche Kopfhaare marklos sind (Waldeyer l. c., S. 7). Anknüpfend an meine oben erwähnte briefliche Mitteilung deutet Darwin in den

1) Atlas der menschl. u. tier. Haare. Herausgeg. von J. Grimm. Lahr 1884. gr. fol. S. 105.

späteren Auflagen seines Buches[1]) die Behaarung der Hundemenschen als stehengebliebene Embryonalwolle. Derselben Ansicht huldigen ferner C. Th. v. Siebold[2]), Ecker[3]), Unna[4]). Der Erstgenannte schließt sich auch der atavistischen Deutung der Anomalie an, indem er zu deren Bekräftigung auf die Arbeit von Eschricht über die menschliche Behaarung hinweist und ferner erwähnt, dass S. Trinchese bei einem Fötus des Orang-Utan das ganze Gesicht, ebenso wie beim menschlichen Fötus mit regelmäßig geordnetem Wollhaar besetzt gefunden. Man ersieht hieraus, dass v. Siebold unsere affenähnlichen Vorfahren vorgeschwebt haben.

Zu einer endgiltigen Beweisführung, dass die Behaarung der Hundemenschen in der That Fötalflaum darstellt, gehörten allerdings genauere embryologische Untersuchungen, wozu ein glücklicher Zufall einem Forscher die abortierte Frucht eines Hundemenschen-Weibes in die Hände spielen müsste. In Ermangelung vielleicht noch nicht so bald zu erwartender direkter Beweise dürfte übrigens auch die Summe des gegenwärtig Bekannten ziemlich sichere Anhaltspunkte geben. Mich anschickend die Behaarung der Hundemenschen als embryonalen Flaum hinzustellen, möchte ich mich gegen den Verdacht verwahren, als betrachte ich jedes Härchen der Hundemenschen als ein primäres. Ich glaube vielmehr, dass ihre einzelnen Haare ohne den primitiven, embryonalen Charakter einzubüßen, sowohl im embryonalen, als auch im postembryonalen Leben einem allmählichen Wechsel unterliegen können. Ein solcher ist um so mehr vorauszusetzen, als sich hierdurch das Verbleiben der Haare im Gesicht der Hundemenschen ungefähr in ein und derselben Länge erklären lässt.

Das Haar der Hundemenschen als embryonale Lanugo deutend, beziehe ich dies auf jegliche ihrer Haarsorten, gleichviel ob sie uns entgegentritt als eine Art von Bart, als Haar in der Achselhöhle, auf dem Mons Veneris oder selbst als mehr oder weniger in seiner Stärke, Länge und Farbe differenziertes Haupthaar, denn auch das normalen Embryonen zukommende, vor oder nach der Geburt ausfallende Haupthaar unterscheidet sich von der übrigen Lanugo. So besitzen denn diese Haarmenschen überhaupt kein Sekundär- oder Maturitätshaar, sondern einen allerwärts, mit Ausnahme des Scheitels, seidenweichen, blonden, hellblonden oder farblosen Embryonalflaum.

Ueber das normale Wollhaar der Frucht verlautet, dass es am Ende des dritten oder im Anfange des vierten Monats in seinen ersten

1) The descent of man, 2 ed., London 1874, p. 19.

2) Die haarige Familie von Ambras. Arch. f. Anthropol., X, 1878, S. 253.

3) Ein neu aufgefundenes Bildnis eines sogen. Haarmenschen. Archiv f. Anthropol., XI, 1879, S. 176.

4) Die Anatomie der Haut. In Ziemssens Handb. d. speziellen Pathol. u. Therapie.

Anlagen aufzutreten beginnt, während die frühesten der Härchen meist gegen das Ende des fünften Monats durchbrechen; die volle Ausbildung des Wollhaars aber dem Ende des sechsten oder Anfang des siebenten Monats entspricht. Alsdann erscheint die ganze Frucht in ein zartes, zierliches Pelzchen von etwa 6,8 bis 13,5 mm Länge gehüllt. Es ist ferner bekannt, dass Wollhaare schon während des Fruchtlebens ausfallen, im Schaafwasser schwimmen, von hier zum Teil in den Verdauungskanal gelangen und daher im Kindspech nachweisbar sind. Für unsere Zwecke ist es ziemlich gleichgiltig, ob ein nur geringer Teil oder ob die Gesamtheit der Wollhaare ausfällt, um sofort durch eine oder gar mehrere Generationen neuer ersetzt zu werden, oder ob gar der ganze Körper — wie Kölliker annimmt — noch nach der Geburt mit primären Wollhaar bedeckt ist, welches erst im ersten Lebensjahr durch bleibendes Wollhaar ersetzt wird. Dass Kinder, welche mit reichem Scheitelhaar zur Welt kommen, in der Regel bald zeitweilig kahlköpfig werden, dürfte allgemein bekannt sein. In anbetracht der Thatsache, dass rudimentäre Bildungen besonders variabel zu sein pflegen, scheinen mir die einander vielfach widersprechenden Befunde in Bezug auf den Haarwechsel bei der Frucht und den Neugeborenen in der Natur der Sache zu liegen. Als für uns besonders wichtig sind folgende festbegründete Daten zu erachten. Das fötale Wollhaar wird zunächst auf den Augenbrauen, der Stirn, im Umkreis des Mundes angelegt und bricht daselbst auch zunächst hervor. Von hier verbreitete es sich anfangs auf den ganzen übrigen Kopf, das Gesicht mit inbegriffen, und erst später allmählich auf den Rumpf und schließlich auch auf die Extremitäten. Der Kopf, am frühesten, ergiebigsten und längsten behaart, erscheint mithin zur Haarbildung mehr als der übrige Körper disponiert. Die sich hieraus ergebende Analogie des fötalen Wollhaars mit dem Pelz der Hundemenschen ist, wie man leicht einsieht, eine ganz bedeutende und macht es unter anderem auch unnötig den Einfluss eines etwaig pathologisch affizierten Trigeminus zur Erklärung der vorzugsweisen Behaarung des Kopfes bei den Hundemenschen heranzuziehen. Die Ueberbehaarung dieser Monstra ist eine Hypertrichosis lanuginosa foetalis, eine Hemmungsbildung, welche auf einer Entwicklungsschwäche des Hautsystems beruht. Dasselbe hat nämlich gleichsam keine Kraft die embryonalen Haare auszustoßen und durch neue, an gewissen Stellen sich weiter differenzierende zu ersetzen: die ursprünglichen bleiben bestehen, ähnlich dem Geweih eines durch Kastration geschwächten Hirsches, und wachsen weiter aus (wozu das Geweih aus naheliegenden Gründen allerdings nicht befähigt ist). Bei den einzelnen Hundemenschen sehen wir das Haarkleid je nach Alter und Individualität entweder hauptsächlich im Gesicht oder, in verschiedenem Grade, auch auf Rumpf und Extremitäten verbreitet, also entsprechend den ver-

schiedenen Entwicklungsphasen der embryonalen Behaarung gehemmt[1]).

Bartels hat gewiss recht, wenn er gegen Ecker geltend macht, dass die Uebereinstimmung der Hundemenschen mit dem Embryo in Bezug auf Anordnung der Haarwirbel und Haarströme kein Kriterium für die Deutung der abnormen Haare als embryonale Lanugo abgiebt, da ja auch der normale Mensch in Bezug auf Wirbel und Ströme mit dem Embryo übereinstimmt. Dafür kann ich mich aber einem anderen, von Bartels (II p. 159) gleichfalls gegen Ecker erhobenen Einwand keineswegs anschließen. Er meint nämlich, es müsse sich bei einer Hemmungsbildung immer nur um angeborene Abnormitäten handeln, während ja die Hypertrichosis universalis nicht immer angeboren, sondern sich auch im Verlauf der sechs ersten Lebensjahre bei unbehaart geborenen Kindern entwickeln kann; die Lanugo foetalis aber werde zum größten Teil schon vor der Geburt, spätestens aber innerhalb des ersten Lebensjahres abgeworfen. Nur wenige Biologen (darunter vermutlich Kennel l. c., S. 4) konnten sich dazu entschließen diesen Satz zu unterschreiben. Den Meisten gilt der gesamte Lebenspfad eines Individuums von der Eizelle bis zum natürlichen Tode als kontinuirliche Kette kausal von einander abhängender morphologischer und physiologischer Veränderungen. Jegliche Einteilung des Lebens in Perioden ist künstlich und kann daher nur einen bedingungsweisen Wert besitzen; so die seit früher beliebte Dreiteilung in Evolution, Akme und Involution; so auch die Zweiteilung in eine embryonale und postembryonale Periode. Man denke nur daran in einem wie ungleichen Reifezustand die verschiedenen Repräsentanten selbst einer und derselben Klasse zur Welt kommen. Sogar in der Klasse der Säugetiere haben wir ovipare, embryopare (haarlos die Gebärmutter verlassende) und vivipare Repräsentanten. Von den Mammalia vivipara kommen manche hilflos, mit noch verklebten Augenlidern und Gehörgängen, nackt, mit schwachen Extremitäten zur Welt, ja das menschliche Kind kann zu spät und zu früh gegen die mittlere Norm, also verschiedengradig ausgebildet geboren werden, ohne dass dadurch seine Lebensfähigkeit und Weiterentwicklung wesentlich alteriert würden. Nimmt die Entwicklung das ganze Leben hindurch ihren kontinuirlichen Fortgang, so kann sie auch zu jedem Zeitpunkt partiell gehemmt werden und zu Hemmungsbildungen Veranlassung geben.

Die embryonale und postembryonale Entwicklung resp. Ausbildung der Organe im Einzelnen durchgehend, überzeugen wir uns leicht davon, dass sie sich keineswegs mit der Genauigkeit eines Chronometers abspielt, sondern vielmehr in ihrem Tempo individuellen

1) Wenn beim 14jährigen Fedor Jewtichjew Fuß- und Handrücken haarlos waren, so entspricht dies der Thatsache, dass hier beim Embryo die Behaarung am spätesten (im 7. Monate) auftritt.

Schwankungen unterworfen ist. Je weiter wir ins embryologische Detail eindringen werden, desto mehr dürften sich deutlich nachweisbare individuelle Variationen im Entwicklungstempo häufen, namentlich wenn wir noch gewisse pathologische und subpathologische Momente, wie eine lokal oder universal erhöhte oder abgeschwächte Ernährung z. B., mit in Anschlag bringen. Auf ähnliche subpathologische Weise können bald früher, bald später unter anderem auch Bildungshemmungen und Hemmungsbildungen, wie die Ueberbehaarung der Hundemenschen', entstehen. Es ist nicht einzusehen, warum ein gewisser trophischer Schwächezustand der Haut die ersten Anlagen des fötalen Wollhaares und den Durchbruch derselben nicht für Wochen, Monate, ja für ganze Jahre hintan halten sollte, wofür die Zahnlehre so hübsche Parallelen liefert. So bleibt dann, unabhängig vom Zeitpunkt des Auftretens der Hundemenschen-Ueberbehaarung, der oben für sie vorgeschlagene Terminus Hypertrichosis lanuginosa foetalis rechtskräftig bestehen.

Als Hemmungsbildung kommt der betreffenden Form von Ueberbehaarung eine phylogenetische Bedeutung zu. Nach dem bisher Mitgeteilten könnte man vielleicht mit früheren Autoren geneigt sein anzunehmen, die Hundemenschen wiesen uns auf die näheren, jüngeren, also anthropoiden Vorfahren des Menschengeschlechts hin. Dieser Auffassung sehe ich mich genötigt entgegenzutreten.

Um sich davon zu überzeugen, dass hier in der That die Sachen anders liegen, als dies sonst angenommen wird, genügt es, sich über das Auftreten der Haare beim Embryo der vierfüssigen Säugetiere zu orientieren[1]). Wir ersehen daraus, dass bei den verschiedenartigsten bisher darauf untersuchten Säugetieren die fötalen Haare sich wie beim Menschen zunächst im Gesicht, im Umkreis des Mundes, der Augen, auf der Stirn anlegen und durchbrechen, so dass auch hier zunächst der Kopf sein erstes, provisorisches fötales Haarkleid erhält, welches später sich auch auf den übrigen Körper ausdehnt. Man unterscheidet auch beim Säugetier als Milchhaare die wollähnliche, meist anders als die sie später deplacierende gefärbte Haardecke der Neugeborenen. Hieraus dürfte der Schluss gestattet sein, dass unser eigenes embryonales Wollhaar keineswegs auf den Pelz anthropoider Voreltern, ja nicht einmal auf den bleibenden der recenten Säugetiere überhaupt, sondern auf den der Ursäuger, Promammalien zurückgeht, welche — so können wir es uns etwa vorstellen — ihren Haarwuchs zunächst zum Schutz der Sinnesorgane und des Gehirns erhielten.

---

1) Ich benutzte namentlich: Reissner E., Beiträge zur Kenntniss der Haare des Menschen und der Säugethiere. Breslau 1854. 8.

Götte A., Zur Morphologie der Haare. Arch. f. mikr. Anat., IV, 1868.

Feiertag J., Ueber die Bildung der Haare. Dorpat 1875.

Hiermit in Einklang stände dann ein Rückschluss auf die Hundemenschen als Träger einer wenn auch überbildeten, so doch phylogenetisch überaus alten, von den Promammalien überkommenen Behaarung.

Wenn wir, wie dies weiter oben geschah, als ätiologisches Moment der Hypertrichosis lanuginosa embryonalis oder — wie wir nunmehr als Synonym hinzufügen können — promammalica einen formativen Schwächezustand der Haut annehmen, so gewinnen wir zunächst ein Beispiel mehr in der Reihe pathologischer Variationen [1]). Ferner bahnen wir uns den Weg zu einer Erklärung der so befremdend scheinenden mangelhaften Zahnbildung der Hundemenschen. Dieselbe gilt immer noch für nicht genügend aufgeklärt und fesselt in hohem Grade das Interesse der Fachmänner, wie aus folgendem hervorgeht. So bezeichnet Virchow die bei geographisch weit auseinanderliegenden Fällen zu beobachtende, und daher nicht etwa auf einem zufälligen Zusammentreffen beruhende Kombination von Hypertrichose mit Zahnlosigkeit als Problem von höchstem Interesse, zu dessen Lösung er, wie wir sahen, zum Einfluss des Trigeminus seine Zuflucht nahm. Bartels meint, es sei schwer einzusehen, wie diese beiden Anomalien mit einander in Zusammenhang zu bringen sind. Eine Zeit lang hegte er die Hoffnung, die Zahnformeln der Haarmenschen auf solche von Säugetieren mit unvollständigem Gebiss zurückzuführen, hat aber diese schöne Hoffnung zu Grabe tragen müssen (1876, S. 124). In der That, wie aus seiner tabellarischen Zusammenstellung ersichtlich, kann von einer bestimmten Zahnformel der Hundemenschen gar keine Rede sein, da bei ihnen bald diese, bald jene oberen oder unteren, rechten oder linken Zähne vorhanden sind; wobei vielleicht eine größere Konstanz nur allenfalls den unteren Schneidezähnen zukommen mag. Unser speziellster Kenner der Hypertrichose kommt ferner auf die Korrelation zwischen Haaren und Zähnen zu sprechen, von welcher schon Darwin (Variieren der Tiere und Pflanzen. Gesamm. Werke IV, S. 351) berichtet, welche sich aber bald in einem gleichen, bald in einem umgekehrten Ausbildungsgrade beiderlei Gebilde äußert. Bei dieser Gelegenheit erinnert Bartels unter anderem daran, dass Yarrell (Proceed. Zool. Soc. 1833, S. 113) bei haarlosen Hunderassen eine mangelhafte Entwicklung der Zähne nachgewiesen. Was er ferner über eine graduelle Verschiedenheit in der Behaarung südafrikanischer Elephantenrassen in Erfahrung gebracht, welche Verschiedenheit in geradem Verhältnis zur Ausbildung der Stoßzähne stehen soll, so scheint es mir, wenn auch etwas vage, so doch jedenfalls beachtenswert. Bartels selbst äußert hierbei: „so interessant auch alle diese Facta sind, so führen sie uns doch leider dem Verständnis der Hypertrichosis universalis bis jetzt noch nicht näher.

1) Ueber die Stellung derselben verweise ich auf meine Klassifikation der Variationen im oben zitierten Schriftchen „Ueber Variabilität".

Trotzdem verdienen wohl diese Zustände als Bausteine künftiger Forschung zu allgemeiner Kenntnis gebracht zu werden".

Die von mir oben versuchte ätiologische Deutung der Hundemenschen scheint mit einem Schlage deren mangelhafte Zahnbildung dem Verständnis zugänglich zu machen, und zwar sobald wir gleichzeitig in Erwägung ziehen, dass die Schleimhaut der Mundbucht genetisch eine Fortsetzung des äußeren Integumentes darstellt. Haare und Zähne verdanken in gleichem Maße ihren epithelialen Anteil dem Ectoderm, ihren bindegewebigen dem parietalen Blatt des Mesoderms. Ihre gegenseitige Verwandtschaft lässt sich noch weiter anatomisch und entwickelungsgeschichtlich verteidigen. Der ganze epitheliale Anteil des Haares (Knopf, Wurzel und Schaft einerseits und äußere Wurzelscheide andererseits) dürfte nämlich dem Schmelzorgan mit seinen Derivaten entsprechen[1]); während vom bindegewebigen Anteil des Haares die Papille sich der Pulpa dentis nebst ihrer zu Elfenbein verknöchernden peripheren Schicht, der Haarbalg hingegen dem Zahnsäckchen nebst zugehörigem Cementsockel als homolog betrachten lässt; so dass ein Haar gewissermaßen einen nicht versteinernden und nicht verknöchernden Zahn mit unbegrenztem Wachstum darstellt. Eine solche Homologisierung der Haare und Zähne scheint mir näher zu liegen als die von Maurer[2]) neuerdings gemachte Annahme, es stellten die Nervenhügel der Ichthyopsiden die Urform der Haare dar, ein Einwand, welcher eine gleichzeitige, entferntere Homologie der Nervenhügel mit den Haaren nicht ausschließt. Mögen nun Haare und Zähne homologe Gebilde darstellen oder nicht, gleichviel, sie entsprossen ein und demselben Mutterboden, und zwar zunächst dem äußeren Integument (Hase). Von hier aus gelangten die Zähne in die Mundbucht, in welcher sie sich schließlich auf die Kieferbögen beschränkten. Wenn die Haare ihrerseits nur ganz ausnahmsweise sich in die Mundhöhle fortsetzen (Hase), so mag dies in ihrem späten phylogenetischen Auftreten ihren Grund haben. Ein und demselben Boden entsprossen, müssen Haare und Zähne leicht durch eine Störung in der Entwicklung- und Lebensenergie desselben alteriert werden können. Mag die Ueberbehaarung der Hundemenschen noch so lang und dicht erscheinen, so stellt sie im Grunde genommen doch nur eine Pseudohypertrichose oder Hypotrichose[3]) dar. Nichts natürlicher, als dass ein Organ, welches

1) Man vergegenwärtige sich einen Zahn während seiner ersten Entwicklung, als offene, kanalartige Einstülpung, von welcher sich noch kein Schmelzorgan abschnürt. An einer solchen offenen Zahnanlage tritt die Homologie der unteren Teile der äußeren Wurzelscheide mit dem Schmelzoberhäutchen und die des Schmelzes mit dem übrigen epithelialen Anteil des Haares deutlicher hervor.

2) Die Epidermis und ihre Abkömmlinge. Leipzig 1895.

3) Ich beabsichtige keineswegs hiermit diesen Ausdruck als etwaigen Terminus zur Bezeichnung der in Rede stehenden Anomalie in Vorschlag zu

nicht die Kraft hat das embryonale Wollhaar auszustoßen und durch eine neue, stärkere Generation von Haaren zu ersetzen, auch die ursprünglich wohl normal angelegten Zähne nur teilweise, und dabei spät und im mehr oder weniger verkrüppelten Zustande, auswachsen, resp. durchbrechen lässt. Individuen mit stehen gebliebenem Promammalhaar und nackte Hunde[1]), welche dieses Haar zwar ausgestoßen, aber nicht durch neues zu ersetzen im Stande waren, gehören, trotz ihres so verschiedenen Habitus, in ein und dieselbe Kategorie, sind von einander nur graduell verschieden; daher auch das diesen und jenen zukommende mangelhaft entwickelte Gebiss. Hier wie dort bewahrt die Korrelation zwischen Haaren und Zähnen ihr gerades Verhältnis.

Bei dieser Gelegenheit erscheint es recht verführerisch, einen Ausblick auf die Säugetiere mit reduziertem Pelz und reduzierten Zähnen zu thun. Die nackten, nur mit embryonalen Tasthaaren versehenen und dabei monophyodonten Wale mit ihren vereinfachten (Denticeti) oder nur in der Fötalperiode vorhandenen Zähnen (Mysticeti) können hierzu besonders ermutigen. Auch die Sirenien, namentlich die nur in der ersten Jugend bezahnte Nordische Seekuh (*Rhytina Stelleri*), möchten sich hier vordrängen. Nichtsdestoweniger drohen sie uns auf einen schlüpfrigen Boden zu locken, auf dem uns besonders warnend die Edentaten entgegentreten, deren monophyodontes, zum Teil obsoletes Gebiss bei den einen Formen mit einer nackten, bei den andern mit einer dicht bepelzten Hautdecke kombiniert ist. Hier wären zum mindesten nähere Angaben über die Entwickelung und den Wechsel der Haare vonnöten.

Auf einen Umstand möchte ich die geschätzten Kollegen, insbesondere die auf dem Gebiete der Tierzucht erfahrenen aufmerksam machen. Ist nämlich, meiner Vermutung gemäß, das Haar der Hundemenschen Promammalhaar, so müssen entsprechende, am wollähnlichen Pelz und mangelhaftem Gebiss erkennbare Monstra auch bei Tieren — gleichfalls als große Seltenheit — vorkommen. Allerdings lässt sich schon a priori voraussetzen, dass solche Monstra bei den ja ohnehin in einem Haarkleid einhergehenden Vierfüßlern nur allzuleicht übersehen werden könnten. Ich nahm mir die Freiheit, einen der Tiermedizin so nahe stehenden werten Kollegen Prof. M. Sussdorf

bringen, und dies um so weniger, als er bereits von Bonnet vergeben wurde, welcher ihn auf eine angeborene Atrichie mit nicht zum Durchbruch gekommenen Haaranlagen (bei einer Ziege) anwendet. (Ueber angeborene Anomalien der Behaarung. Münchener Korr.-Bl. f. Anthropol., XXI, Nr. 8, S. 68; von mir nach einem Referat zitiert.) Will man übrigens neue Termini erfinden, so könnte man auch die Bezeichnung *Trichostasis primitiva s. promammalica* in Vorschlag bringen.

1) Gelegentlich kommen auch haarlose Menschen vor. N. Mikluchor Maclay, Haarlose Australier. Zeitschr. f. Ethnol., XIII, 1881, S. (143), Taf. V. Soeben berichtet mir einer von meinen medizinischen Zuhörern über einen ihm wohlbekannten russischen Bauern mit absoluter angeborener Atrichie.

in dieser Angelegenheit in Kontribution zu setzen. In liebenswürdiger Weise teilt mir derselbe mit, er hätte die ihnen zugänglichen deutschen Veterinärlitteratur-Verzeichnisse und die vorliegende einschlägige Litteratur auf das Vorkommen der Hypertrichose durchgesehen. „Ich kenne — so fährt er fort — 1. keine Arbeit, welche sich mit der Hypertrichose der Tiere beschäftigt; 2. finde ich nirgends eine solche; 3. enthalten zwar einzelne Arbeiten über Hypotrichose oder Alopecie, so z. B. Bonnet's Hypotrichosis congenita universalis in den „Anatomischen Heften" von Merkel und Bonnet 1892 gelegentlich den Namen Hypertrichosis — aber ein Fall derselben ist nirgends beschrieben oder nur notiert. Ich vermute deshalb, dass, wie sie selbst auch glauben, das Vorkommen der H. entweder ein sehr seltenes bei Tieren ist oder, dass sie gern übersehen wird". — All diesem möcht ich noch fernere Erwägungen hinzufügen. Je reicher die Behaarung einer Tierart, um so weniger dürfte die Letztere zu einer atavistischen Anomalie so alten Datums geneigt sein. Da die Nacktheit der Haut von einer abgeschwächten formativen Thätigkeit zeugt, so ist eine Hypertrichosis lanuginosa foetalis, resp. Persistenz der Milchhaare, am ehesten bei normal nackten Säugetieren zu erwarten. Unter diesen wären, als am leichtesten zugänglich, die entsprechenden Haustierrassen zu berücksichtigen. Eine mangelhafte Ausbildung des Zahnsystems diente hierbei als Kriterium. Da nun aber ein Tier mit mangelhaften Gebiss dem Hungertode geweiht ist, es sei denn, dass der Mensch es künstlich ernährt, so verstehe sich ein Uebersehen der Hypertrichosis lanuginosa promammalica beim Vierfüßler fast von selbst. Beim Hunde dürfte sie noch am ehesten Gelegenheit zu ihrer Ausbildung finden.

Je näher eine zurückgelegte phyletische Entwicklungsetappe, desto häufiger pflegt sie atavistisch aufzutreten. Zählen die bisher beschriebenen Hundemenschen als Fälle einer Hypertrichosis promammalica, nur nach wenigen Individuen, so müssen die Repräsentanten einer H. mammalica, resp. anthropoidea, nach Tausenden zählen. In diesem, und nur in diesem Sinne, d. h. von den Hundemenschen absehend, unterschreibe ich gern folgenden Passus von Waldeyer (S. 106): „ich bin überzeugt, dass man aus den Männern der europäischen, stärker behaarten Völkerschaften leicht eine Anzahl würde auswählen können, die in ihrer Behaarung eine fortlaufende Reihe vom gewöhnlichen Verhalten bis zum ausgesprochenen Haarmenschen bilden würden, auch die Gesichtsbehaarung nicht ausgenommen". Auf die Frage Waldeyer's, weshalb wir Alle, die wir doch im Grunde vollständig behaarte Säugetiere sind, es für den größten Teil des Körpers nicht zu einer stark entwickelten Behaarung bringen, mit andern Worten, weshalb wir nicht alle Haarmenschen sind, möchte ich erwidern, dass wir es zumeist in mehr oder weniger ausgesprochenem Grade in der That auch sind, besonders wir Männer, wenn uns — wie dies

bei Frauen seltener — im späteren Alter ein stärkerer Haarwuchs an Rumpf und Extremitäten beschieden wird. Wenn wir diese theromorphe Zugabe so spät erhalten, so ist dies eben nur ein Zeichen einer beim Genus Homo abgeschwächten und verlangsamten produktiven Hautthätigkeit. Diese tritt in ihre Rechte erst nachdem sämtliche Ausgaben für Wachstum und Ausbildung der wesentlichen Organe bestritten.

In der Speziallitteratur finden sich massenhafte Fälle einer pelzartigen Behaarung des Menschen registriert. Von diesen gehören überaus viele in die uns hier nicht direkt angehende Kategorie der haarigen Muttermale (Naevi pilosi s. hirsuti), deren pathologische Natur sich in einer abnormen Verdickung und stärkeren Vascularisierung der Haut ausdrückt. Andere Fälle zeigen meist kleine und vereinzelte, bisweilen jedoch sehr zahlreiche oder ausgebreitete, stets begrenzte überbehaarte Stellen und bedingen die sogen Hypertrichosis circumscripta, welche die normale Beschaffenheit der Haut und den normalen Haarstrich bewahren. Von dieser Form nur graduell verschieden erscheint die Hypertrichosis universalis mit steiferem, verschiedenartig, namentlich auch dunkel pigmentiertem Haare, eine Form, welche bisher nicht genügend streng von der Kategorie der Hundemenschen getrennt wurde. Ihr schließen sich mehr oder weniger ausgesprochen manche besonders haarige Menschenstämme, sowie auch gewisse, als Phänomene berühmte Subjekte an. Unter den letzteren nenne ich den vor nicht langem unter dem wahrscheinlich erdichteten Namen Ram-a-Samy zur Schau gestellten, vermutlich der europäischen Rasse angehörigen blödsinnigen Mann (Zeitschr. f. Ethnol. XXVI. 1894, S. [434]), ferner die Siamesin Krao, die Deutsche Lina Neumann und die so viel genannte Mexikanerin Julia Pastrana nebst ihrem neugebornen Söhnchen.

Zunächst über die Krao[1]), wie sie uns Bartels als etwa 6jähriges Kind vorführt. „Ihre Haare am Kopfe sowohl, als auch im Gesicht und am Körper, sind von dunkel-schwarzer Farbe und von derber Konsistenz. Die Haare der Stirn sind geschoren. Von den lateralen Partien der Wangen hängen lange Haarquasten herunter von ungefähr 12 cm Länge. Das übrige Gesicht ist vollständig mit kurzen, nicht sehr dicht stehenden Haaren besetzt, welche ebenso, wie die Haare über den obersten Brustwirbeln und an den Armen und den Unterschenkeln, dem Körper glatt aufliegen.“ Dieser Beschreibung fügt Virchow hinzu: „die Mundbildung tritt stärker vor wie bei der Pastrana, was nicht blos durch die vollen Lippen, sondern noch mehr durch einen ausgemachten alveolaren Prognathismus bedingt wird; die Zähne des Oberkiefers sind stark abgenutzt aber zahlreich und so unregelmäßig gedrängt, dass sie den

1) Bartels l. c. Ueber den Affenmenschen etc.
Ranke J., Der Mensch, II. Aufl., Leipzig 1894, Bd. II, S. 378, mit 2 Abb.

Eindruck einer doppelten Zahnreihe machen. Wenn ihr Gesicht trotzdem stark behaart ist, so geht daraus hervor, dass Zahnlosigkeit und Hypertrichose in keinem notwendigen Zusammenhange zu einander stehen". Von pithekoiden somatischen oder intellektuellen Merkmalen bot Krao keine Spur; daher eitel Humbug sie als bisher vermißtes Bindeglied zwischen Mensch und Affen hinzustellen. Neuere Beschreibungen und Abbildungen der unterdessen zur Jungfrau herangewachsenen Siamesin finden sich mehrfach in populären Zeitschriften. Sie zeugen von einem üppigen, bis unter die Kniee reichendem Haupthaar und von einem ganz kurzen, glatt anliegenden Bartwuchs, welcher die Unterkieferregion, das Kinn, die Oberlippe und die untere Partie der Wangen bis etwa zum unteren Rand der Jochbeine bedeckt.

Eine Altersgenossin der Krao, die kleine Lina Neumann[1]) aus der leipziger Gegend, wetteifert mit ihr in einer säugetierähnlichen, im besonderen vielleicht pithecanthropoïden Behaarung, wobei aber von sonstigen pithecoïden Merkmalen gleichfalls nicht im entferntesten die Rede sein kann. Die abnorme Behaarung der Neumann war bereits in den ersten Wochen nach der Geburt deutlicher hervorgetreten. Beim sechsjährigen Kinde erreichte sie eine Länge, je nach den Körperregionen, von 1 bis 3 cm. Die Haare werden als braun, gerade und in verschiedenem Grade weich, doch nicht seidenweich geschildert. Indem Fürst die Neumann den echten Haarmenschen anreiht, macht er als Ausnahmestellung auf die auch bei der Pastrana in ähnlicher Weise beobachtete, durch Kieferhypertrophie bedingte wulstige Mundform aufmerksam. Die Milchzähne sind vollzählig und bloß durch Vergrößerung des Alveolarbogens, sowie durch das dazwischen gewucherte Zahnfleisch auseinander gedrängt. Mit Vergnügen reproduziere ich die Schlussworte der Mitteilung. „Da der Kontakt der ersten Elemente der Hautgebilde mit Teilen des mittleren Keimblattes in der ersten embryonalen Anlage ein sehr inniger ist, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn irgend ein Reiz beide gleichzeitig trifft und zu erhöhter Wachstumsenergie anregt. Ist aber gleichzeitig an irgend welcher Stelle überschüssiges Bildungsmaterial vorhanden, so sind teils die Ursache, teils das Material einer Hyperplasie gegeben. Die reinen Zahndefekte bei Hypertrichose sind Erscheinungen, die sich in einer und derselben Keimschicht, dem Hautblatt, abspielen und die wohl am zwanglosesten dadurch zu erklären sind, dass man sich die Verkümmerung der Zahnanlagen durch übermäßige Wachstumsenergie und Anlage der Haargebilde entstanden denkt". Wir können in diesem Passus den Versuch zu einer embryo-

1) Fürst L., Hypertrichosis universalis mit Hypertrophie der Kiefer-Alveolarränder. Archiv f. pathol. Anat., Bd. 96, 1884, S. 357—363, Taf. XIV, Fig. 2—4 und XV, Fig. 1.

logischen Erklärung des Zusammenhangs der Zahnanomalien mit der Hypertrichose erblicken.

Die namentlich Ende der fünfziger Jahre so viel genannte Mexicanerin, vermutlich Mulattin, Julia Pastrana, schließt sich wohl am besten der Krao und Neumann an. Wenn ich sie bisher (l. c. Hahnenfedrigkeit und Variationsrichtungen) ohne weiteres als Beispiel einer echten Virago anführte, so muss ich dies jetzt zurücknehmen oder wenigstens modifizieren, denn außer dem, wie es scheint ziemlich spärlichen, etwa nur fingerlangen Kinn- und Backenbart, bei schwach entwickeltem Schnurrbart und ungewöhnlich langen und reichlichen Haaren am Oberkörper besaß das Frauenzimmer eine dicht behaarte Stirn, sowie vereinzelte Haare auf dem übrigen Gesicht. Als einfache Virago hätte sie auch schwerlich einen Knaben zur Welt gebracht, welcher, wie die Mama eine Stirn mit steifen, pechschwarzen Haaren und ein dem ihrigen ähnlich, wenn auch weniger reichlich behaartes Gesicht besitzt[1]). Die behaarte Stirn und der kurze Kieferbehang der Pastrana haben etwas Affenähnliches; so erinnert namentlich die behaarte Stirn an den jungen Gorilla und Schimpanese. Einige Skrupel verursachte das Gebiss der Pastrana. Laut Darwin (Variieren etc.) soll der londoner Zahnarzt Dr. Purland in beiden Kiefern je eine unregelmäßige doppelte Reihe von Zähnen gefunden und in Gips abgegossen haben; Bartels (I, S. 126) hingegen hält sich an einen Artikel der „Gartenlaube“ (1857), woselbst es heißt, es fehlen der Pastrana nur die Eckzähne und die Schneidezähne im Oberkiefer, während die Backenzähne und sämtliche Zähne des Unterkiefers normal sind. Mein Vater J. F. Brandt[2]), welcher Gelegenheit hatte im anatomischen Kabinet der Moskauer Universität den frischen, soeben balsamierten (nicht ausgestopften — wie Bartels meint) Leichnam der Pastrana zu besichtigen, erwähnt bloß den Verlust der Vorderzähne, welcher gleich den krankhaften Auswüchsen der Innenfläche der Lippen, des Zahnfleisches und der Zunge[3]), „wie man in Moskau ermittelte, von einem früheren, heftigen skorbutischen Leiden herrührten“. Eine andere, später in Moskau lautgewordene Diagnose weist auf eine als

1) Ueber die Behaarung des 36 Stunden alten Knäbleins vergleiche man Bartels (II, S. 180).

2) Erster Bericht d. südruss. zoolog.-paläont. Exped. Bull. de l'Acad. de St. Pét., II, 1860, p. 501.

3) Auf einer von N. Mansurow veröffentlichten photographischen Aufnahme der Leiche quillt die Zunge förmlich zwischen den gedunsenen Lippen hervor (vielleicht zum Teil durch eine forcierte Injektion der Gefäße). Mansurow bringt auch die Photographie des Söhnchens der Pastrana. Die von ihm ferner veröffentlichte Photographie einer mit Polytrichiasis behafteten lebenden Dame, welche gleichfalls die Unterschrift „Julia Pastrana“ trägt, hat mit dieser keine Aehnlichkeit (N. Mansurow, Klinitscheski sbornik. Moskau, I, 1887 u. IV 1889).

Epulis bekannte schwammige Bindegewebswucherung der Mundteile hin. E. Magitot[1]), welcher Gelegenheit hatte, in London die Kieferabgüsse der Pastrana zu sehen, erklärt Darwin als ungenau berichtet; eine doppelte Zahnreihe hätte nicht bestanden, vielmehr sei die Zahl der Zähne keine über-, sondern eine unternormale gewesen.

Sollte irgend eines der Subjekte, welche die marktschreiende Reklame zum bisher fehlenden Bindeglied, ja gar zum Bastard zwischen Mensch und Affen gestempelt, thatsächlich atavistische, pithecoïde Merkmale an sich tragen, so dürfte dies noch am ehesten die Pastrana sein. Die niedrige, fliehende Stirn, das zurückgetretene Kinn möchten zu einer Untersuchung ihres Schädels herausfordern. Noch vor Kurzem bildete die Mumie der Pastrana eine Zierde des Präuscher'schen Museums (Bartels) und wird sich wohl unschwer auskundschaften lassen. Bei den heutigen Konservierungsflüssigkeiten könnte der Kopf der Mumie ganz gefahrlos aufgeweicht, der Schädel herausgenommen und durch einen künstlichen ersetzt werden. Besitzer und Wissenschaft würden dadurch um ein interessantes Objekt reicher. Wenn man in Erwägung zieht, dass Hemmungsbildungen beim Menschen phyletisch überaus alten Datums sein können, so z. B. gelegentlich das Herz, ja das Hirn mehr oder weniger den Typus einer niederen Wirbeltierklasse an sich trägt, und wenn man weiter den Variationsursachen keine Grenzen vorschreibt und auch den durch pathologische Prozesse (intrauterine Entzündungen) hervorgerufenen Anomalieen in den entsprechenden Fällen eine atavistische Bedeutung gerechterweise vindiziert, so wird man zugeben, dass auch Merkmale des Pithecantropus gelegentlich wieder auftauchen könnten. Wir brauchen dabei nicht gerade an die Vogt'schen Affenmenschen zu denken. Wenn ich mich hier bei der Pastrana über die Gebühr lange aufgehalten, so geschah es, weil ihre Deutung mir noch in diesem Augenblick Kopfzerbrechen verursacht.

Im gegenwärtigen Aufsatz versuchte ich es, die den Hundemenschen zukommende Hypertrichose als ganz bestimmte, isoliert dastehende Form hinzustellen. Hieraus darf übrigens nicht gefolgert werden, als hielte ich Uebergänge von dieser Form zu der normalen Behaarung und zu einer affenähnlichen Ueberbehaarung in jeglichem Sinne für unmöglich. Im Gegenteil, ich lasse solche Übergänge gelten, allerdings jedoch nur in dem Sinne von Mischformen. Hierher gehören zunächst die Fälle eines lokalen oder allgemeinen übermäßig langen Stehenbleibens und Auswachsens des fötalen Flaumhaares beim Neugeborenen. Es scheint dies kein besonders seltenes Vorkommnis zu sein und hatte ich selbst Gelegenheit, einen Knaben zu beobachten, dessen rechte Ohrmuschel bei der Geburt mit abnorm verlängertem

1) Nachr. d. k. Gesellsch. von Freunden der Naturforschung, Bd. XLIX, Lief. I, S. 118, Moskau 1886 (Russisch).

blondem Flaumhaar (bei schwärzlichem Scheitelhaar) besetzt war: im Laufe von einigen Wochen fielen die Haare allmählich aus. (Am übrigen Körper mußte das embryonale Flaumhaar schon vor der Geburt gewechselt worden sein.) In der ehemals so berühmten, von Peter dem Großen begründeten Sammlung menschlicher Missgeburten befindet sich ein neugeborenes Kind, welches am ganzen Körper langes, feines Wollhaar trägt, das als größte Länge, — wenn mein Gedächtnis mich nicht täuscht — etwa 3 cm, im Gesicht erreicht. Hätte das Kind, wenn es am Leben geblieben, seine Wollhaare über kurz oder lang verloren oder wäre es mit der Zeit zu einem richtigen Hundemenschen herangewachsen? Wie dem auch sei, man wird in einem temporär sein fötales Wollhaar behaltenden Individuum einen Uebergang zu einem Hundemenschen anerkennen dürfen. Ferner wird es bei normal sowohl als auch tierähnlich behaarten Menschen vorkommen können, daß einzelne mit einem geschwächten formativen Vermögen ausgestattete Hautabschnitte zeitlebens nur embryonales Wollhaar erzeugen. Desgleichen wären auch bei Hundemenschen Hautinseln mit normaler oder pithecoïder Haarproduktion denkbar. In diesem Sinne halte auch ich partielle Uebergänge von den normalen zu den Hundemenschen und von diesen zu den übrigen Haarmenschen et vice versa für möglich. Nach bloßen Beschreibungen wage ich übrigens nicht, scheinbar hierher gehörige Fälle von Uebergängen der einen Form der Hypertrichose in die andere aus der Litteratur namhaft zu machen. Durch derartige Mischformen würde der Gegensatz zwischen beiden atavistischen Formen der Hypertrichose, der älteren und der jüngeren, von welchen die erstere auf einer unter-, die letztere auf einer übernormalen formativen Hautthätigkeit beruht, natürlich nicht aufgehoben. [21]

Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen.

Nach G. H. Th. Eimer.

Von Dr. Gräfin M. von Linden,

Z. Z. stellvertretender Assistent am zoologischen Institut der Universität Halle.

Im Gegensatz zu der verbreiteten, auf die Darwin'schen Lehren sich stützenden Anschauung, dass der Kampf ums Dasein unter den Lebewesen zu einer natürlichen Zuchtwahl führe, welche die einer Art vorteilhaften Abänderungen in das Leben ruft, stehen die Ansichten über Artbildung, welche Eimer auf Grund umfassender Studien namentlich an der Tierzeichnung gewonnen und schon in einer im Jahre 1885 auf der 28. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Straßburg[1]) gemachten Mitteilung kurz erwähnt, im Jahre 1888

1) Eimer, Mitteilungen über die Zeichnung der Säugetiere, Schmetterlinge und Mollusken. Tageblatt der 28. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Straßburg i./E., 1885, S. 408.

hingegen in seiner „Entstehung der Arten“ [1]) eingehender ausgeführt hat.

Da den Eimer'schen Theorien anfangs wenig Beachtung geschenkt wurde und die Vertreter der Nützlichkeitslehre in ihren Arbeiten vielfach nicht einmal von den Thatsachen, welche Eimer zu Gunsten seiner Ansichten anführen konnte, Notiz nahmen, so sah sich dieser veranlasst, bei Gelegenheit des internationalen Zoologenkongresses in Leyden seine Theorien in einem längeren Vortrag nochmals ausführlich darzulegen [2]). Dieser Vortrag ist eine weitere Ausführung der Straßburger Rede und bildet gleichzeitig eine Antwort auf die Rede Weismann's [3]), der ebenfalls in Leyden einige Tage früher, wenn auch ohne sich direkt auf Eimer zu beziehen, dessen Lehre vom „Organischen Wachsen“ bekämpfte, indem er eine bestimmt gerichtete Entwicklung wohl nicht leugnet, aber durch „Germinalselektion“ zu erklären sucht.

Eine von C. S. Minot in diesem Jahre in der Zeitschrift Science erschienene Kritik über den zweiten Teil der Eimer'schen „Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen“ zeigt jedoch, wie sehr die Eimer'schen Theorien noch immer missverstanden und zu Schlüssen verwertet werden, zu welchen sie in keiner Weise berechtigen.

Der Grund, warum Minot [4]) vielfach zu vollkommen unrichtigen Urteilen kommt, ist wohl darin zu suchen, dass er die früheren Arbeiten Eimer's über Tierzeichnung und auch den Inhalt des zweiten Teiles der „Schmetterlinge“ nur teilweise kannte. Es ist jedoch ausgeschlossen, sich ein richtiges Urteil über die Eimer'schen Theorien zu verschaffen, ohne die älteren Arbeiten des Autors über Tierzeichnung zu kennen und auch den systematischen Teil der „Schmetterlinge“ durchgearbeitet zu haben.

Schon seine ersten Studien über das „Variieren der Mauereidechse“ [5]), in welchen Eimer den Fragen der Entwicklungslehre

1) Die Entstehung der Arten auf Grund von Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen organischen Wachsens, I. Teil, Jena 1888.

2) Ueber bestimmt gerichtete Entwicklung (Orthogenesis) und über Ohnmacht der Darwin'schen Zuchtwahl bei der Artbildung. Vortrag, gehalten am 19. September 1895 zu Leyden. Compte-Rendu des Séances du 3me Congrès international de Zoologie, Leyde 16—21 Septembre 1895, Leyden, E. J. Brill, 1896.

3) Ueber Germinalselektion, eine Quelle bestimmt gerichteter Variation; ebenda und Jena, G. Fischer, 1896.

4) C. S. Minot, Eimer's evolution of butterflies. Science, Vol. III, Nr. 53, January 3, 1896.

5) Eimer, Zoologische Studien auf Capri II *Lacerta muralis coerulea*, ein Beitrag zur Darwin'schen Lehre, Leipzig, Engelmann, 1874. Untersuchungen über das Variieren der Mauereidechse, ein Beitrag zur Theorie von

näher trat, führten ihn zu dem Schlusse, dass die Zweckmäßigkeit bei der Entwicklung morphologischer Eigenschaften keineswegs eine so hervorragende Rolle spiele, wie sie ihr von Darwin und noch mehr von dessen Nachfolgern zugeschrieben wurde. Er erkannte, dass, neben den nützlichen, zahlreiche indifferente Eigenschaften zur Entfaltung kommen, und dass auch für die nützlichen der Nutzen nicht Ursache ihres Zustandekommens sein kann, sondern, dass er höchstens, nachdem die Eigenschaften schon so weit entwickelt sind, dass sie sich für das Fortkommen des Individuums zweckdienlich zeigen, deren Steigerung und Erhaltung bewirkt.

Für diese Behauptung sowie für die übrigen in der Entstehung der Arten niedergelegten Theorien bringt Eimer in der erwähnten „Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen“[1]) weitere Beweise. Außerdem macht es sich der Verfasser in dem genannten Werk zur Aufgabe, eine Grundlage zu schaffen für eine auf wirklicher Blutsverwandtschaft beruhende Systematik der Schmetterlinge. Zu diesem Zweck bedurfte es in erster Linie einer genauen Kenntnis der Eigenschaften der Arten, Abarten und Varietäten. Obwohl anzunehmen war, dass wie bei anderen Tiergruppen die phylogenetischen Beziehungen der Formen in der Entwicklungsrichtung ihrer Zeichnung zum Ausdruck kommen würde, so war es doch notwendig, um die Richtigkeit der auf dem bezeichneten Weg gewonnenen Ergebnisse zu prüfen, den übrigen morphologischen Eigenschaften und dem geographischen Zusammenhang der Formen besondere Berücksichtigung zu Teil werden zu lassen.

Grundlegend für die Eimer'schen Theorien über Artbildung ist seine in der „Entstehung der Arten“ entwickelte Lehre, dass allein die gegebene Konstitution (physikalisch-chemische Zusammensetzung) eines Körpers unter der Einwirkung äußerer Einflüsse zu Umbildungen in dem Organismus führen kann, zu Umbildungen, welche nach wenigen bestimmten Richtungen verlaufen und uns als die Merkmale neuer Varietäten bezw. Arten erscheinen. Da sich aber die neuen Eigenschaften mit der Zeit befestigen und eine Aenderung in der Konstitution des ganzen Tieres nach sich ziehen, so wird unter dem weiteren Einfluss äußerer Verhältnisse eine Kette gebildet von Formen, deren jede folgende von der vorhergehenden in der Erscheinung verschieden, in der Entstehung aber von ihr abhängig ist. Diese Formenreihe ist das Ergebnis des „organischen Wachsens“. Das organische Wachsen beruht indessen im Gegensatz zur Nägeli'schen Vorstellung nicht immer auf einer

der Entwicklung aus konstitutionellen Ursachen. Archiv f. Naturgeschichte (u. selbständig) Berlin, Nicolai, 1881.

1) Eimer, Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen, I. u. II. Teil, Jena 1889 u. 1895.

Vervollkommnung, es kann auch eine Vereinfachung und Rückbildung der Organismen herbeiführen.

Wie aus der geographischen Verbreitung der Falter hervorgeht und wie auch die Ergebnisse der künstlichen Zucht von Schmetterlingen in Wärme und Kälte beweisen, machen sich derartige auf physiologischem Weg erzielte Abänderungen hier hauptsächlich in der Zeichnung der Tiere geltend. Dass die Abänderungen im Zeichnungsmuster sich vererben, geht auf das Deutlichste aus den Versuchen hervor, welche Weismann mit *Polyommatus phlaeas* angestellt hat. Weismann beobachtete, dass die Vertreter der südlichen Form dieses Falters, wenn sie sich in unserm kälteren Klima zum Schmetterling entwickeln, nur zum Teil die hellere Färbung der hier heimischen Varietät annehmen. Ein Teil behielt stets die elterlichen Eigenschaften bei.

Wenn wir aus den Arbeiten Eimer's[1]) über die Entwicklung der Zeichnung an Eidechsen, Vögeln und Säugetieren, aus denen Hyatt's[2]) und Würtenberger's[3]) über die Umbildung der Ammoniten-Schalen, aus den Untersuchungen Simroth's[4]) über die Zeichnung der Nacktschnecken, aus meinen eigenen über Entwicklung der Zeichnung und Skulptur an den Gehäuseschnecken des Meeres[5]) und endlich aus denen von R. Diez[6]) über die Skulptur der Flügeldecken bei der Gattung *Carabus* ersehen, wie alle Umbildungen nach wenig bestimmten Richtungen erfolgen, so liegt die Annahme nahe, dass auch die Zeichnungscharaktere auf den Flügeln der Schmetterlinge bestimmte Bahnen einschlagen. Diese Annahme wird zur Gewissheit, wenn wir die systematischen Ausführungen in

1) Eimer: a) Die Zeichnung der Vögel und Säugetiere. Vortrag, gehalten auf der Versammlung des Vereins für vaterländ. Naturkunde in Württemberg zu Nagold 1882 in: Württemb. naturwissensch. Jahresheft, 1883.
b) Ueber die Zeichnung der Tiere. in: Zool. Anzeiger, 1882, 1883, 1884 und in der Zeitschrift „Humboldt" 1885—1888.

2) Hyatt A.: a) Genesis of the Arietidae. Smithsonian Contributions to knowledge, 1889.
b) Phylogeny of an acquired characteristic. Proceedings of the American philosophical Society, Vol. XXXII, Nr. 143, 1895.

3) Würtenberger, Studien über die Stammesgeschichte der Ammoniten. Ein geologischer Beweis für die Darwin'sche Theorie. Leipzig 1880.

4) Simroth, Versuch einer Naturgeschichte der deutschen Nacktschnecken und ihrer europäischen Verwandten. Zeitschr. f. wissensch. Zoolog., Bd. XLII.

5) Gräfin v. Linden, Die Entwicklung der Skulptur und der Zeichnung bei den Gehäuseschnecken des Meeres. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, LXI. Bd.

6) R. Diez, Untersuchungen über die Skulptur der Flügeldecken bei der Gattung *Carabus*. Tübinger zool. Arbeiten II, 4.

Eimer's „Schmetterlingen" verfolgen und an der Hand der Tafeln sehen, wie sowohl die Zeichnung der Segelfalter als die der Schwalbenschwänze, so verschieden die einzelnen Formen auch erscheinen mögen, auf ein gemeinsames Schema zurückzuführen ist, welches im *Papilio Podalirius* seinen einfachsten Ausdruck findet. Dieser Grundriss der *Papilio*-Zeichnung besteht aus elf Binden, die in bestimmter Lage, parallel der Körperaxe über die Flügelfläche verlaufen, als Längsbinden bezeichnet werden und in fester Beziehung zu gewissen Adern des Flügels stehen. Wenn nun diese elf Binden durch seitliches Verschmelzen sich vermindern, sich verschmälern bezw. verkürzen und in einzelne Flecke auflösen, wenn sie durch Dunkelfärbung der sie verbindenden Queradern eine Querzeichnung darstellen, entstehen neue Formen, welche am Anfang einer Entwicklungsreihe wenig, am Endpunkt derselben bedeutend von der Ausgangsform abweichen.

Der Umstand nun, dass die neuen Eigenschaften in der Zeichnung meist ganz allmählich auftreten, macht die Annahme, dass der Nutzen die Entwicklungsrichtungen beeinflusse, sehr unwahrscheinlich. Beweisend für bestimmt gerichtete Entwicklung ist ferner die Erscheinung der Homeogenesis. Es wird nämlich beobachtet, dass auf geographisch vollkommen getrennten Gebieten Falter verschiedener Gruppen Umbildungen in ihrer Zeichnung, häufig auch in der Flügelform erfahren, welche unter sich vollkommen ähnlich sind, ohne dass die beiden Entwicklungsreihen verwandtschaftliche Beziehungen hätten. Solche Schmetterlinge, welche durch unabhängige Entwicklung entstanden sind, und oft geradezu für mimetische Formen gehalten werden können (Pseudomimicry), finden wir unter den Schwalbenschwänzen im nordamerikanischen *Turnus* und dem südeuropäischen bezw. kleinasiatischen *Alexanor*; unter den Seglern im südamerikanischen *Agesilaus-Protesilaus* und dem europäischen *Podalirius* und endlich im indischen *Anthipates*.

Selbstverständlich ändern die Vertreter der verschiedenen Gruppen nicht alle in derselben Weise ab. Dadurch, dass in dieser Gruppe z. B. eine Binde schwindet, welche in einer andern besonders kräftig auftritt, dass Hinter- und Vorderflügel, Ober- und Unterseite nicht immer im gleichen Maße Veränderungen erfahren (Heterepistasie = verschiedenstufige Entwicklung) und durch Korrelation häufig mit der Veränderung einer Eigenschaft noch andere zugleich auftreten, beobachten wir neben der Gesetzmäßigkeit im Entstehen eine große Mannigfaltigkeit der Formen.

Für das Zustandekommen verschiedener Entwicklungsrichtungen ist die geographische Verbreitung der Arten von großer Bedeutung, jedoch weniger in dem Sinne der räumlichen Trennung an sich, wie es M. Wagner für die Artbildung beansprucht, sondern hauptsächlich dadurch, dass andere klimatische und Ernährungsver-

hältnisse auf die Organismen einwirken und abweichende Entwicklungsreihen bedingen. Besonders an Inselfaunen lässt sich diese Beobachtung machen, und wir können dann allerdings den Eindruck erhalten, als ob nur die räumliche Trennung Ursache des Zustandekommens der eigentümlichen Formen sei. Als Beispiel führt Eimer den zu den Segelfaltern gehörenden *Papilio Celadon* auf Cuba und Sinon an, der besonders auf Sinon durch Bestehenbleiben und Verschmelzen von Binden auf den Vorderflügeln eine eigentümliche Entwicklungsrichtung äußert. Dieser Vorgang wird natürlich auch dadurch noch begünstigt, dass die Inselbewohner in der geschlechtlichen Mischung beschränkt sind.

Wie groß der Einfluss des Klimas, speziell der Temperatur, auf die Gestaltung der Schmetterlinge ist, zeigen auch schon die bei uns heimischen horadimorphen Formen z. B. *Vanessa levana* und *prorsa*, *Pieris Bryoniae* und *Napi* u. a. Von Dorfmeister[1]), Weismann[2]), Merrifield[3]) und Standfuss[4]) wurde nachgewiesen, dass die bewirkende Ursache dieser dimorphen Formen in den verschiedenen Wärmegraden zu suchen sei, welche während der Puppenruhe auf den Schmetterling einwirken, und dass die auf künstlichem und natürlichem Wege erzogenen Sommer- oder Winterformen stets die Eigenschaften besitzen, welche den ausschließlich in warmen oder kalten Klimaten vorkommenden Abarten derselben Falter eigen, bezw. für dieselben kennzeichnend sind. Wichtig ist ferner, dass aus diesen Versuchen deutlich hervorgeht, dass gleiche äußere Einflüsse nur bei gleichartiger Konstitution des tierischen Organismus analoge Wirkungen hervorbringen.

Bedeutendere Aenderungen ursprünglicher Entwicklungsrichtungen, als sie in Verbindung mit räumlicher Trennung auf Grund äußerer Verhältnisse erfolgen, treten häufig inmitten des Verbreitungsgebietes irgend einer Art auf und führen entweder allmählich oder plötzlich (Halmatogenesis) zur Entstehung neuer Arten. Ein solches Beispiel giebt unter den Seglern *Papilio Telesilaus*. Dieser Falter fliegt inmitten der Stammform, mischt sich indessen nicht mehr mit ihr und

1) G. Dorfmeister, Ueber die Einwirkung verschiedener, während der Entwicklungsperioden angewendeter Wärmegrade auf die Färbung und Zeichnung der Schmetterlinge. Mitteilungen des naturw. Vereins f. Steiermark, 1864.

2) A. Weismann, Studien zur Descendenztheorie I. Ueber den Saisondimorphismus der Schmetterlinge, 1875.

3) F. Merrifield, Transact. of the entomolog. soc. of London 1893, 1894.

4) Dr. M. Standfuss, a) Ueber die Gründe der Variation und Aberration des Falterstadiums bei den Schmetterlingen mit Ausblicken auf die Entstehung der Arten. Leipzig 1894. Druck von Frankenstein und Wagner. Sonderabzug aus der Insektenbörse, Nr. 22, 1894. b) Handbuch für Sammler der europäischen Großschmetterlinge. Zürich 1891.

zeichnet sich durch große Beständigkeit in seiner Zeichnung aus. Größer ist die Zahl der Belege, welche für die Schwalbenschwänze gefunden werden können. Mitten im Verbreitungsbezirk des *Machaon*, hat sich in der *Asterias*-Gruppe eine neue Entwicklungsreihe gebildet, die sich durch Schwarzfärbung auszeichnet. Merkwürdiger Weise gehen die Abänderungen hier gewöhnlich vom Weibchen aus, so dass, während wir sonst eine männliche Präponderanz beobachten, in diesen Fällen eine weibliche Präponderanz zu bestehen scheint. Als Beispiele wird der dem *Machaon* nahestehende *Papilio Bairdii* Edw., *P. Asterioides* Reak. und *Palamedes* angeführt. In der *Turnus*-Gruppe bildet die neben *Papilio Turnus* auftauchende aberrante weibliche Form *Turnus Glaucus* einen solchen Fall. Es sei hier schon erwähnt, dass Minot mit der Erklärung des *Pap. Turnus* var. *Glaucus* durch Halmotogenesis keineswegs einverstanden ist. Er glaubt an die Möglichkeit, dass zwischen dem normalen und aberativen *Turnus*-Weibchen früher vermittelnde Uebergänge bestanden hätten. Dass eine hochentwickelte Form wie *P. Turnus* var. *Glaucus* nicht von vorneherein fertig ausgebildet ist, sondern innerhalb der Puppenhülle mehrere Zeichnungsstufen durchlaufen muss, bis sie in ihrer heutigen Gestalt die Puppenhülle verlässt, erscheint mir selbstverändlich. Im Vergleich aber zum Unterschied, der zwischen der Varietät einer andern Art von ihrer Stammform besteht, bleibt die Kluft zwischen *Turnus* und var. *Glaucus* so groß, dass die Varietät uns heute als sprungweis entstanden erscheinen muss, einerlei, ob sie im Puppenstadium oder in der Phylogenie vorübergehend durch Uebergänge mit der Normalform verbunden war. Die Ursache für diese merkwürdige Erscheinung ist wohl in dem Zustand der Geschlechtszellen und darin zu finden, dass in den betreffenden Fällen der weibliche Organismus empfänglicher für äußere Reize war als der männliche. Jedenfalls spielt bei der sprungweisen Entwicklung die Korrelation eine große Rolle, es können korrelativ, d. h. mit der Entwicklung einer Eigenschaft gleichzeitig, mehrere andere abändern und auf diese Weise ganz neue Muster entstehen (kaleidoskopische Umbildung). Die Entstehung neuer Arten durch sprungweise Umbildung bleibt indessen immer nur Ausnahme, die Regel ist die allmähliche Umbildung durch bestimmt gerichtetes Abändern. Selbstverständlich werden immer die empfänglicheren Organismen einer Art zuerst durch äußere Einwirkungen, wie Klima und Nahrung, beeinflusst werden. Es werden an diesen mit der Zeit Abartungen entstehen, die mitten im Verbreitungsbezirk der Stammform zur Bildung neuer Arten führen. Sobald die neue, nach Möglichkeit umgebildete Form sich unter denselben Einflüssen nicht mehr weiter verändert, so tritt Entwicklungsstillstand (Genepistase) ein und damit die Abtrennung der Art von der Stammform.

Ueberall ist die Genepistase — das Stehenbleiben auf einer bestimmten Entwicklungsstufe — für die Artbildung maßgebend. Die Arten sind nichts anderes als in der Entwicklung früher oder später stehen gebliebene Glieder der Organismenkette. Entwicklungsstillstand kann eintreten, wenn verändernde Ursachen einzuwirken aufhören. So können z. B. relativ beständig unveränderte klimatische Einwirkungen die Eigenschaften festigen und Genepistase bedingen. In derselben Weise kann die Annahme anderer Nahrung durch die Raupe wirken, und wir ersehen hieraus, dass auch der Entwicklungsstillstand der Ausdruck physiologischer Arbeit ist. Tritt ein Entwicklungsstillstand in der Ontogenie eines Individuums auf, so erscheint Rückschlag-Atavismus. Häufig bezieht sich ein solches Beharren nur auf eine oder wenige Eigenschaften, analog der Heterepistase in der Phylogenie. Genepistase und Atavismus, Heterepistase und heterepistatischer persönlicher Rückschlag beweisen, dass in der phylogenetischen wie in der ontogenetischen Entwicklung nicht nur dieselben Erscheinungen wiederkehren, sondern dass in beiden Entwicklungsformen, auch ähnliche Gesetze herrschen.

Die Trennung der Organismenkette in Arten kann indessen auch noch auf anderem Wege erfolgen. Häufig erleidet der Organismus mit dem Auftreten äußerlich sichtbarer Eigenschaften auch Veränderungen an Same und Ei, welche eine Befruchtung zwischen der neuentstandenen Form und der Stammform unmöglich machen. Same und Ei können korrelativ derart beeinflusst werden, dass sie entweder durch morphologische oder durch physikalisch-chemische Veränderungen die erfolgreiche Begattung zwischen neuer Form und Stammform verhindern. Kyesamechanie — Unmöglichkeit der Befruchtung — kann aber auch dann eintreten, wenn die Geschlechtsprodukte einzelner Tiere einer Art zu verschiedener Zeit reif werden. In beiden Fällen führt dieser Vorgang zur Scheidung der Formenreihe in Arten.

Wenn wir das Vorhergehende zusammenfassen, so ergiebt sich daraus, dass dieselben Einflüsse, welche bei ihrem ersten Einwirken anscheinend zufällige Veränderungen am Organismus hervorrufen, im Laufe der Zeit eine Gliederung der Organismenkette und dadurch die Abtrennung neuer Arten bedingen. Ein zufälliges Abändern ist dabei ausgeschlossen, weil das Werden, das Stehenbleiben und die Rückbildung von Arten bestimmten Gesetzen unterworfen ist, die den Ausdruck physiologischer Notwendigkeit bilden und die sich, wie ich im Folgenden eingehender zu zeigen versuchen werde, in der Zeichnung der Schmetterlinge ebenso deutlich zu erkennen geben wie in der Zeichnung und den morphologischen Eigenschaften anderer Tiere. Die natürliche Zuchtwahl behält ihre Bedeutung für die

Erhaltung von Eigenschaften, die für die Art bereits nützlich geworden sind, für deren Entstehung giebt sie keine Erklärung.

Die eben aufgeführten, schon im ersten Teil der Schmetterlinge in ihren Grundzügen enthaltenen Sätze haben von Seiten Erich Haases[1]) Einwürfe erfahren, gegen welche Eimer im zweiten Teil seines Werkes Verwahrung einlegt. Die Ausstellungen Haases, welche in seinen „Untersuchungen über Mimicry auf Grundlage eines natürlichen Systems der Papilioniden" veröffentlicht sind, beziehen sich teils auf rein konventionelle Fragen — Bezeichnung der Streifen, berühren aber auch grundlegende Anschauungen. Es würde zu weit führen, wenn ich auf die Einwürfe Haases, welche sich darauf beziehen, ob die Streifen auf den Flügeln von *Podalirius* als Längs- oder Querstreifen anzusehen seien, ob diese Streifen von innen nach außen oder von außen nach innen gezählt werden sollten und auf die Motivierung der gewählten Bezeichnungen durch Eimer eingehen wollte. Wichtiger ist es, die sachlichen Ausstellungen Haases zu berücksichtigen. Haase[2]) behauptet, Eimer habe bei Zusammenstellung seiner Gruppen das Geäder unberücksichtigt gelassen, während gerade das Verhalten der Adern für den Zusammenhang der Arten maßgebend sei. Würde nun das Flügelgeäder der Insekten als Artkennzeichen in Wirklichkeit eine so hervorragende Rolle spielen, so dürfte es doch gewiss in der Systematik der Trichopteren längst den Vorzug erlangt haben vor den oft schwer zu übersehenden Verhältnissen der Hinterleibsanhänge und den leicht zerstörbaren Spornen der Tibia. Allein nach den Untersuchungen Fickert's hat es sich herausgestellt, dass auch bei den Schmetterlingen keineswegs sämtliche Adern für die verwandtschaftlichen Beziehungen zu verwerten sind. Die Aderung der Flügel wurde von Eimer berücksichtigt, insoweit dieselbe verwertbar schien, wenn aber auf Grund ihrer Verhältnisse zwischen einzelnen Gruppen verwandtschaftliche Beziehungen vorgetäuscht wurden, welche geographisch unmöglich schienen, so hatte Eimer wohl recht, den sichereren Weg einzuschlagen, der ihm durch die Zeichnung gewiesen wurde.

Im zweiten Teil seiner Arbeit unterstützt Haase die Ansicht, dass die Erscheinungen der Mimicry Produkte der natürlichen Aus-

---

1) Vergl. Eimer, Zoologische Studien auf Capri. II. *Lacerta muralis coerulea.* Leipzig, Engelmann, 1874, S. 45. — Zool. Unters. mit bes Berücksichtigung d. Biologie, I. Ueb. Bau u. Bewegung der Samenfäden, Würzb. 1874, S. 42 u Würzb. Verh. 1874; Variieren der Mauereidechse, 1881, S. 257; Entstehung der Arten, I, S. 45. Ferner:

Romanes, Journal of the Linnean Society. Zoology, London 1886.

2) Haase, Untersuchungen über die Mimicry auf Grundlage eines natürlichen Systems der Papilioniden, Kassel 1891, I. Teil: Entwurf eines natürlichen Systems der Papilioniden.

lese seien. Angenommen, die Aehnlichkeit verschiedener Arten, die Haase als Mimicry bezeichnet, beruhten wirklich auf natürlicher Auslese, so ist damit noch nicht bewiesen, dass die allmähliche Umbildung der Arten, welche Haase in seinem „natürlichen System der Papilioniden" beschreibt, ebenfalls angepasste Formen ergiebt. Viel wahrscheinlicher erscheint es Eimer, dass die sog. Mimicry auf Grund bestimmter unabhängiger Entwicklungsgleichheit zu stande kommen, welche ja sehr häufig bei verschiedenen Arten, die in denselben Gebiet leben, beobachtet werden. Vielleicht werden solche gleichartige Entwicklungsrichtungen gerade dadurch begünstigt, dass die Tiere denselben äußeren Lebensbedingungen unterworfen sind. Für diese Auffassung spricht auch der Umstand, dass ebensogut mimetische Formen entstehen, die weit von einander entfernt sind, wo also von einer nützlichen Anpassung nicht die Rede sein kann (Pseudomimicry). (*Phyciodes Leucodessna* Feld. aus Südamerika gleicht der *Neptis kikideli* Boist aus Madagaskar. *Ph. amazonica* Bates vom Amazonenstrom zeigt den Typus der dort nicht vorkommenden Melitaeen etc.). Oft sind auch Falter in der Zeichnung einander ähnlich, in der Größe aber sehr verschieden. (*Phyciodes Langsdorfi* Godt. aus Brasilien und der mit ihr vorkommende *Heliconius Besckei.*)

Von Wichtigkeit ist es, dass Hahnel[1]), der Gelegenheit hatte an Ort und Stelle Beobachtungen über Mimicry anzustellen, vollkommen unabhängig zu Ansichten über Bildung mimetischer Formen und Artbildung überhaupt gelangte, welche mit den Eimer'schen auffallend übereinstimmen.

Nachdem ich im Vorhergehenden bestrebt war, in Kürze den Inhalt des auf allgemeine Fragen bezüglichen Teiles der Eimer'schen Schmetterlinge wiederzugeben, bleibt mir noch die Aufgabe, darauf einzugehen, in welcher Weise sich die Entwicklungsrichtungen in der Zeichnung der Segelfalter und Schwalbenschwänze zu erkennen geben und wie sich das verwandtschaftliche System gestaltet, welches auf Grund jener Entwicklungsrichtungen unter Bezugnahme auf sonstige morphologische Eigenschaften und auf die geographische Verbreitung der Schmetterlinge aufgebaut wurde.

Entwicklungsrichtungen der Zeichnung innerhalb der vier Gruppen der Segelfalter.

Die Umbildung der Zeichnung erfolgt bei Segelfaltern und Schwalbenschwänzen auf ganz ähnliche Weise. Die hauptsächlichsten Veränderungen, welche dabei vor sich gehen, habe ich schon anfangs erwähnt, auch

1) Dr. P. Hahnel, Entomologische Erinnerungen aus Südamerika, in: Deutsche entomol. Zeitschr. herausgegeb. v. d. Gesellsch. Iris zu Dresden u. s. w. Jahrgang 1890.

dass der Ausgangspunkt für beide Stämme durch das Zeichnungsschema des *Papilio Podalirius* gebildet wird. Diese Grundzeichnung erfährt schon innerhalb der vier für die Segelfalter aufgestellten Gruppen mannigfache Veränderungen. Die ursprünglichsten Eigenschaften bewahrt die erste, die *Podalirius*-Gruppe, deren Vertreter der asiatisch-europäischen und amerikanischen Fauna angehören. Während *Papilio Podalirius* L., seiner einheimischen Verbreitung halber, als Ausgangspunkt gewählt wurde, zeigen *Alebion* Gray, *Glycerion* Gray und *Paphus* Nicéville in mancher Beziehung, aber ohne dass sie als direkte Stammform für *Podalirius* anzusehen wären, noch ursprünglichere Verhältnisse. Die Binden auf den Vorderflügeln sind z. B. bei *Alebion* noch länger und verschiedene Binden (II, III; V, VI; der Vorderflügel und die Wurzelbinden der Hinterflügel), welche bei der Sommer- bezw. südlichen Form von *Podalirius* bereits ganz verschmolzen sind, noch deutlich getrennt. Bei *Papilio Glycerion* und noch mehr bei *Podalirius* beginnen die Binden des Vorderflügels sich von hinten nach vorne zu verkürzen, eine Entwicklungsrichtung, die sich, wie ein Blick auf Tafel I zeigt, bei den amerikanischen Formen noch mehr ausbildet, und zuletzt zur vollkommenen Reduktion gewisser Binden führen kann (*P. Epidaus* Doubl. und *P. Bellerophon* Dalm.). Reste dieser geschwundenen Binden finden sich häufig noch am Vorderrand der Flügel durch einen Fleck bezeichnet. Alle Binden schwinden zuerst auf der Oberseite beider Flügelpaare, so wird die Oberseite der Hinterflügel bei einigen Formen zeichnungslos. Auf der Unterseite bleiben stets die Randbinden und die Wurzelbinden IX und X bestehen. Auf der Oberseite der Vorderflügel erhalten sich am zähesten Binde IX, I III; V VI; und XI. Größte Neigung zum Verschwinden zeigen überall die Binden IV und VII des Vorderflügels.

Neben dem Kürzerwerden und Schwinden der Binden ist ihr Bestreben breiter zu werden und gegenseitig zu verschmelzen, von Bedeutung für das Abändern der Zeichnung. Auch hierin verhalten sich die einzelnen Binden sehr abweichend. Sehr früh verbinden sich z. B. auf den Vorderflügeln V VI und II III. Meistens tritt hierauf Verschmälerung und endlich Verlust der von II bezw. von VI gebildeten Teilbinde ein. Bei *Papilio Agesilaus* Boisd. lässt sich dieser Vorgang an Individuen derselben Art verfolgen, ebenso das allmähliche Schwinden der Binde VII auf den Vorderflügeln und das der Binden X und IX auf den Hinterflügeln. Bei *Papilio Protesilaus* L., *P. Telesilaus* Feld, *Epidaus* Doubl. Hew. und *Belerophon* Dalm. beobachten wir, dass auch eine Neigung der Binden V VI besteht, sich mit III zu vereinigen. Die Randbinden der Hinterflügel haben überall die Tendenz, eine zackige Zeichnung zu bilden, so dass von der Grundfärbung nur noch halbmondförmige Flecke frei bleiben. Den Anfang hiervon beobachten wir bei *Alebion* und *Glycerion*, den

Höhepunkt erreicht diese Erscheinung bei *Podalirius* L. und *Protesilaus Telesilaus* Feld, wo noch Blaufärbung hinzutritt. Das Verhalten bei *Epidaus* Doubl. Hew., *Agestes* Westw. weist darauf hin, dass sich die Zackenzeichnung später wieder vereinfacht. Bemerkenswert ist, dass bei letzterem nur noch dieselben drei halbmondförmigen Zeichnungen vorhanden sind, welche bei *Alebion* und *Glycerion* die Entstehung dieser Zeichnung andeuten. Einen solchen Fortschritt mit nachfolgendem Rückschritt zeigt auch die Prachtbinde in ihrer Entwicklung. Dieselbe verläuft beim Segelfalter auf der Unterseite der Hinterflügel, sie besteht aus einem gelben, von zwei schwarzen Streifen begrenztem Bande und endigt am Hinterrande des Flügels in der sehr veränderten Afterzeichnung.

Die erste Andeutung der Prachtbinde finden wir bei *Alebion*, indem nach außen von der ursprünglich einfachen schwarzen Begrenzungsbinde ein länglich gelber Fleck auftritt, der von dieser durch einen weißen Streif getrennt ist, nach dem Außenrand des Flügels hingegen schwarz begrenzt erscheint. Bei *Glycerion* ist diese schwarz-weiß-gelb-schwarze Zeichnung zu einer nach hinten verlaufenden Binde ausgebildet, welche in die Afterzeichnung umbiegt. Die Afterzeichnung ist hiernach nichts anderes als die Fortsetzung der Prachtbinde. Sie schnürt sich jedoch bei weiter entwickelten Formen von ihr ab und bildet sich oft zu prächtigen Augenflecken um. Bei den südamerikanischen bezw. mittelamerikanischen Faltern *Protesilaus Telesilaus* Feld, *Epidaus* Doubl. Hew. befindet sich die Afterzeichnung noch in einem sehr ursprünglichen Zustand. Bei unserm *Podalirius* ist sie dagegen hoch entwickelt. Prachtbinde und Afterzeichnung schwinden jedoch schon in der folgenden Gruppe zum Teil vollkommen.

(Schluss folgt.)

Zur Planktonmethodik.

Von Prof. **Joh. Frenzel**, Biol. Station, Friedrichshagen.

I. Die Planktonpumpe.

Es ist, wie bekannt, das Verdienst des großen Johannes Müller, ein Netz konstruiert zu haben, mit Hilfe dessen man im Stande ist, der im Wasser schwebenden kleinen Organismen habhaft zu werden. In neuerer Zeit hat nun Viktor Hensen dieses Netz erheblich vervollkommnet und zu seinem Planktonnetz umgestaltet, von dem zwei Formen in Gebrauch sind, nämlich das qualitative und das quantitative Netz. Das letztere, dem wir uns besonders zuwenden, wird, wenn es sicher funktionieren soll, in der Weise benutzt, dass man es bis zu einer bestimmten Tiefe hinablässt und durch langsames Aufziehen die darüber befindliche Wassersäule filtrieren lässt. Man kann auf diese Weise das filtrierte Wasserquantum berechnen

und danach die Quantität des darin enthaltenen Plankton. Wenn nun aber das Gewässer zu irgend einer Zeit sehr arm an Lebewesen und wenn außerdem die Tiefe eine äußerst geringe, nur wenige Meter erreichende ist, so lässt uns das soeben angegebene Verfahren entweder ganz im Stich, oder man muss es in der Weise ändern, dass man anstatt eines Vertikalzuges einen Horizontalzug ausführt, etwa derart, dass man das Netz eine bestimmte Strecke mittels eines Botes schleppt. Auch dann ist es möglich, wenn die horizontal durchfischte Wassersäule genau berechnet werden kann, die Quantität des Plankton zu bestimmen. Leider liegen hier indessen eine Reihe von Umständen vor, welche jene Berechnung sehr viel schwieriger und unsicherer machen, als dies bei dem Vertikalfang der Fall ist, so dass dieser immer den Vorzug verdienen wird, d. h. dann, wenn er überhaupt mit Erfolg angewendet werden kann. Das Letztere ist nun aber, wie gesagt, nicht immer möglich. So versuchte ich während des Winters vom Eise aus Vertikalzüge im Müggelsee zu machen. Da dieser indessen nur ca. 7 m tief ist, so war der Erfolg ein völlig negativer, und das Netz erwies sich so gut wie ganz leer. Es wurde der Versuch sodann auch in der Weise abgeändert, dass das Netz mehrere Male hintereinander bis zum Boden gesenkt und dann gehoben wurde, doch blieb auch hier der Erfolg aus, aus Gründen, die weiter unten angegeben werden sollen. Da ferner bis jetzt kein Verfahren existiert, um unter dem Eise horizontal zu fischen, so konnte auch nicht zu dem Aushilfsmittel des Horizontalfanges gegriffen werden, und ich sah mich in die Notwendigkeit versetzt, die gebräuchlichen Methoden des Planktonfischens zu verlassen. Nun sind aber gerade die hydrobiologischen Verhältnisse zur Winterszeit, wenn die Oberfläche unserer Gewässer zu Eis erstarrt ist, noch so wenig eingehend erforscht, namentlich soweit es sich um flache Gewässer handelt, dass es sich verlohnen musste, immer wieder neue Versuche anzustellen. Zunächst that ich dies in der Weise, dass ich vom Eise aus eine größere Quantität Wasser mit dem Eimer schöpfen und durch das Hensen'sche Netz gießen ließ. Allein es ist bekannt, dass es ganz unmöglich ist, mittels eines Eimers aus der Tiefe Wasser heraufzufördern, da sich der Eimer bereits beim Eintauchen mit Wasser füllt, welches zu verdrängen, etwa durch Auf- und Abbewegen des Eimers in der Tiefe, innerhalb kurzer Zeit nicht gelingt, wovon ich mich übrigens noch durch besondere Versuche überzeugte. Es wurden nämlich zu diesem Zweck Eimer, gefüllt mit einer gefärbten Flüssigkeit hinabgelassen, einige Male auf- und niederbewegt und dann heraufgezogen. Allemal erwies sich indessen der Inhalt immer noch gefärbt, wenngleich auch vielleicht weniger intensiv. Auch sonst zeigte sich dieses ganze Verfahren wenig befriedigend, insofern als jedesmal nur eine geringe Wassermenge — ca. 15 l — filtriert wird, so dass viele

Eimer voll Wasser heraufgeholt werden müssten, um ein nennenswertes Quantum von Plankton zu erhalten. Aus diesen Gründen glaubte ich auch davon absehen zu dürfen, ein besonderes Schöpfgefäß zu konstruieren, dass sich in der Tiefe füllt — etwa nach Art der Meyer'schen Flasche oder dergleichen — und ging nun zu einer Reihe von anderen Versuchen über, die dann auch ein zufriedenstellendes Resultat ergaben. Ehe ich indessen dazu übergehe, sei erwähnt, dass außerdem noch Versuche auf den Filtern der hiesigen städtischen Wasserwerke Berlins angestellt wurden, über die bei anderer Gelegenheit berichtet werden soll. Hier wird das Wasser aus dem See mittels Pumpen gesaugt und zu den Sandfiltern übergeführt, wo täglich — wenigstens während des Winters — eine Wassersäule von ca. 1 m Höhe filtriert wird. Diese Filtergeschwindigkeit ist leider eine so geringe, dass sie nicht ausreicht, um innerhalb kurzer Zeit einen Versuch zu ermöglichen. Ebenso sind die Einrichtungen auf den Wasserwerken, nach dem, was mir darüber mitgeteilt wurde, nicht derartige, um einen unmittelbaren Anschluss an ein Rohwasser führendes Rohr zu gestatten, so dass also von Versuchen in dieser Richtung abgesehen werden musste. Dagegen musste der Gedanke nahe liegen, mittels einer Handpumpe direkt Wasser aus einer geeigneten Tiefe des Sees zu entnehmen, um es zu filtrieren. Ja, dieser Gedanke erschien so einfach und natürlich, dass ich mich fragte, welche Gründe wohl vorliegen könnten, dass derselbe nicht schon von anderer Seite verwirklicht worden ist [1]). Offenbar aber können diese Gründe nur in dem Umstande gesucht werden, dass bisher entweder nur in tiefen Gewässern oder bei offenem Wasser Plankton gefischt wurde, so dass also kein Bedürfnis vorlag, von den eingeführten Methoden abzugehen. Gesprächsweise wurde freilich ein Einwand gegen das Pumpverfahren erhoben, der nicht unbeachtet bleiben möge. Wird nämlich ein Saugeschlauch bis zu einer bestimmten Tiefe geführt, und wird nun gepumpt, also Wasser entzogen, so muss solches aus der Nachbarschaft nachströmen. Es wird dann nicht mehr Wasser von einer bestimmten Stelle, auf die es gerade ankommt, entnommen, sondern aus einem gewissen Umkreis, aus einer Sphäre von unbekanntem Radius. Es möchte nun die Befürchtung nahe liegen, es sei dieser letztere so groß, dass jede Kontrole, jede genaue Bestimmung aufhöre, so dass man nur sagen könne, man habe eben Wasser gepumpt. Allein diese

1) Viktor Hensen hat freilich, wie aus seinem Bericht (Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials etc. V. Ber. d. Kommiss. z. wissensch. Unters. d. Deutsch. Meere, 1887) hervorgeht, mittels der Dampfpumpe Wasser an Deck geleitet und filtriert, hielt aber mit Recht wenig von diesem Verfahren, da die dabei erreichte Tiefe doch eine minimale ist. Anderseits erkennt Hensen jedoch an, dass das Pumpverfahren die genauesten Resultate ergeben muss.

Befürchtung erweist sich als zum mindesten stark übertrieben. Es sei zunächst daran erinnert, dass Wassertechniker ganz allgemein von der Anschauung ausgehen, dass sie, z. B. bei einer Brunnenanlage, das Wasser von der Stelle entnehmen, wo das Saugerohr endigt. Allerdings muss ja Wasser zuströmen, aber dies kann immer nur der nächsten Nachbarschaft angehören, vorausgesetzt natürlich, dass nicht ganz kolossale Wassermengen gefördert werden. Dies findet aber, wie noch weiter unten ausgeführt wird, bei unseren Versuchen nicht statt. Wenn es außerdem darauf ankommt, den Planktongehalt einer bestimmten Stelle zu ermitteln, so muss diese doch einen gewissen Raum einnehmen, den wir uns als Kugel vorstellen können, deren Mittelpunkt am Ende des Saugeschlauches (Saugekorb) liegt. Dann aber entnehmen wir das Wasser nicht genau aus der Tiefe, bis zu welcher der Saugekorb gerade reicht, sondern auch etwas unterhalb und oberhalb desselben. Wieviel dieses „etwas" im einzelnen Falle beträgt, mag freilich sehr schwer zu berechnen sein. Keineswegs aber beträgt es bei den geringen Wassermengen, die hier in Betracht kommen, mehr als höchstens einige Centimeter oder allenfalls Decimeter, eine Ansicht, die mit der hervorragenden Wassertechniker — ich nenne nur den Oberingenieur a. D. Oesten (Berlin) und den Ingenieur der hiesigen Wasserwerke, Anklamm — völlig übereinstimmt, und die auch durch Versuche, die ich daraufhin anstellte, bekräftigt wird. Nun werden aber Planktonmessungen, z. B. beim Vertikalfang, gewöhnlich nur von Meter zu Meter, oder allenfalls von Halbmeter zu Halbmeter vorgenommen, so dass es also einleuchten muss, dass die Pumpe mindestens ebenso genau, wenn nicht genauer arbeitet, als das sogen. Vertikalnetz, eine Behauptung, die noch weiter unten zur Erörterung kommt.

Die Pumpversuche, um nun zu diesen im Besonderen überzugehen, wurden in verschiedener Weise ausgeführt. Aus naheliegenden Gründen musste hierbei mit den einfachsten Vorrichtungen angefangen werden, um erst dann, wenn diese versagten, zu komplizierteren und vollkommeneren überzugehen. So erwies es sich nach mehreren vergeblichen Versuchen unerlässlich, als Saugeschlauch einen Spiral-Gummischlauch zu verwenden, da ein gewöhnlicher Gummi- (spritz-) schlauch, der sehr viel billiger ist, beim Pumpen kollabierte und dann zu wenig Wasser durchließ. Auf Anraten von Sachverständigen wurden ferner nur Kolbenpumpen verwendet. Diese Pumpen sind einerseits die billigsten, haben aber den Nachteil, ein recht großes Gewicht zu haben, was bei anderen z. B. bei Flügelpumpen, nicht der Fall ist. Sind diese letzteren auch sonst sehr viel handlicher als jene, so fällt bei ihnen doch als großer, ausschlaggebender Nachteil ins Gewicht, dass sie nicht so exakt arbeiten und das geförderte Wasserquantum nicht mit hinreichender Genauigkeit berechnen lassen, und dies muss doch als

eine der ersten Bedingungen für unseren Zweck gelten. In der That kann man auch bei Kolbensaugpumpen deren Leistungsfähigkeit aus Kolbendurchmesser und Kolbenhub berechnen, und außerdem lässt sich, wenn man die Anzahl der zulässigen Kolbenhübe beim Handbetrieb zu 45 pro Minute als feststehend annimmt — dies ist allgemein gebräuchlich — auch rein empirisch das Förderquantum genau ermitteln, indem man dieses einfach innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit, z. B. einer Minute, abmisst. Die theoretische Saughöhe beträgt, wie bekannt, ca. 10 m. Da dieselbe jedoch durch den sog. schädlichen Raum, sowie durch kleine Undichtigkeiten, welche durch den Gebrauch an Kolben und Ventilen entstehen können, nachteilig beeinflusst wird, so nimmt man in der Praxis als Maximalsaughöhe 6—7 m vom Wasserspiegel aus an. Nun liegt es gar nicht in unserer Absicht, das Wasser so hoch zu saugen, sondern nur so hoch etwa, wie der Auslauf der Pumpe sich über dem Wasserspiegel befindet, also höchstens nur 1 m oder wenig mehr. Infolge dessen ist die Pumpe auch im Stande mehr zu leisten, als wenn sie bis zur Maximalhöhe fördern soll, und infolge dessen erreicht das empirisch festgestellte Förderquantum auch nahezu die aus Kolbendurchmesser und Hub berechnete Leistungsfähigkeit, wie sie von den Lieferanten zumeist angegeben wird. Immerhin aber erscheint es unerlässlich, bei Anschaffung einer Pumpe deren Förderquantum durch besondere Versuche festzustellen.

Bei strenger Kälte kann es sich leicht ereignen, dass die Pumpe einfriert, genauer gesagt, dass das Ventil im Kolben resp. das Klappenventil anfriert. Dies kann namentlich dann geschehen, wenn mehrmals gepumpt wird und zwischendurch Pausen gemacht werden. Man kann sich nun dadurch helfen, dass man die Pumpe zunächst in völlig trockenem Zustande mitnimmt, so dass die Ventile während des Transportes nicht frieren können. Außerdem kann man zwischen den einzelnen Versuchen weiterpumpen lassen, so dass fortwährend Wasser läuft. Bequemer ist es indessen, einen Kessel mit heißem Wasser mitzuführen, dessen Wirksamkeit außerdem noch durch Zusatz von Salz bedeutend erhöht wird. Dieses Wasser gieße man einfach von oben auf den Kolben und pumpe ab, bis reines Wasser fließt. Es ist, da man sich auf so bequeme Weise helfen kann, gar nicht erforderlich, kompliziertere Pumpen, z. B. solche mit Kegel- oder Kugelventilen anzuwenden, und auch diese gewähren keine Garantie gegen das Einfrieren.

Aus den soeben angeführten Gründen beschränkte ich mich darauf, die einfachste und gleichzeitig billigste Pumpe anzuwenden. Es sei jedoch noch ein Wort über deren Größe gesagt. Wie bekannt ist das Plankton, an dies sei zunächst gedacht, im Winter sehr viel spärliches als im Sommer. Aus diesem Grunde darf das zu filtrierende Wasserquantum nicht zu gering sein, namentlich dann, wenn man sich

auf einige Meter Wassertiefe beschränkt. Man sollte daher nicht unter 0,5 cbm = 500 l gehen. Anderseits würde es ja von Vorteil sein, noch mehr Wasser zu pumpen, und zwar mittels einer möglichst großen Pumpe. Meine Versuche zeigten mir jedoch, dass man sich hier innerhalb gewisser Grenzen halten muss. Wird nämlich eine Pumpe von hoher Leistungsfähigkeit angewendet, so ist deren Saugkraft eine so große, dass das Wasser auch aus größerer Ferne herangesaugt wird, so dass mithin der wichtigste Vorteil, den das Pumpen dem Fischen gegenüber gewähren soll, verloren geht. So fand ich, dass bei einer Pumpe von 100 l Förderquantum pro Minute noch in einer Entfernung von 0,5 m unter dem Saugekorb gesaugt wurde; denn als sich der Saugekorb 0,5 m über dem Seeboden befand, wurden noch Sandteilchen etc. von diesem her mitgerissen. Die Menge derselben betrug zwar nur ca. 1 g auf 1 cbm = 1000 k Wasser, also nur den millionsten Teil oder 0,0001 %, ergab also einen äußerst kleinen Fehler. Immerhin aber erschien mir dieser Fehler noch zu groß, da sich in dem filtrierenden Eimer nicht ein einziges Sandkorn hätte finden müssen. Außerdem erscheint es aus gewissen Gründen erforderlich, möglichst dicht bis auf den Boden der Gewässer gehen zu können, ohne doch etwas anderes als Plankton zu sammeln, nämlich bis auf 0,25 m, und dieses Umstandes wegen ist es ratsamer, eine kleinere Pumpe anzuwenden, nämlich eine solche, welche ca. 50 bis 60 l pro Minute fördert. Will man dann mittels dieser ein größeres Wasserquantum filtrieren, so muss man eben längere Zeit pumpen; im Allgemeinen genügt indessen, nebenbei gesagt, 0,5 cbm Wasser für je einen Versuch.

Die bekannte Pumpenfabrik W. Garvens, Kommanditgesellschaft (Hannover, Fabrikstraße; Hauptfiliale in Berlin W, Kanonierstraße 1) liefert Pumpen, die für den gedachten Zweck sehr gut geeignet sind. Nach Versuchen mit verschiedenen Modellen erschien mir Nr. 19 des Katalogs Nr. 14 der gedachten Firma am zweckmäßigsten zu sein, ein Modell, welches nach Angabe des Katalogs 55 l pro Minute fördert. Das Instrument, welches sich in meinen Händen befindet, liefert fast genau 50 l pro Minute bei 45 Hub, also gerade das gewünschte Quantum. Soll mithin 0,5 cbm Wasser filtriert werden, so wird 10 Minuten lang gleichmäßig gepumpt. Die genannte Firma fertigt ferner „transportable Saugpumpen auf Dreifuß“ an, die gerade für Versuche vom Eise aus vorzüglich gut geeignet sind, da sie mit einem passenden Spiralsaugeschlauch geliefert werden. Es kommt hier Nr. 19 *A* des Katalogs Nr. 14, S. 92, in Betracht. Diese Pumpe kostet mit Gestell etc. 45 Mark. Gute Saugeschläuche liefert ferner die Gummiwaarenfabrik Carl Schwanitz, Berlin N, Müllerstr. 179*b* zum Preise von 3—4 M. pro laufenden Meter bei 38 cm (= $1^1/_2$ Zoll) lichter Weite. —

Nachdem ein Loch in das Eis geschlagen, die Tiefe ausgelothet und der Saugeschlauch bis zu der gewünschten Tiefe hinabgelassen,

kann das Pumpen beginnen, wobei zu beachten ist, dass man Schlauch und Pumpe erst mittels Durchpumpens von Wasser reinigen muss. Als filtrierenden Apparat verwandte ich teils das sogenannte mittlere Hensen'sche quantitative Planktonnetz, zumeist aber das kleine, da dieses völlig genügt und bequemer zu handhaben ist. Bei Frostwetter kann nun ferner die Gefahr eintreten, dass das Netz vor oder nach dem Versuch gefriert, was nicht nur unbequem ist, sondern auch den zarten Seidenstoff schädigt. Diesem Uebelstande wurde in der Weise abgeholfen, dass das Netz während des Versuches in eine mit Wasser angefüllte Tonne gesenkt wurde, aus welcher sodann soviel Wasser abfloss, wie zugepumpt wurde. War schließlich der Versuch beendigt, so wurde die Tonne entleert, wobei das Netz gleichzeitig Zeit fand, leer zu laufen, ohne mit der äußeren Luft in Berührung zu kommen und schnell zu gefrieren. Es wurde dann auch nicht mit Wasser abgespritzt, sondern mit Spiritus, wodurch gleichfalls das Gefrieren vermieden wurde.

Bei dieser Gelegenheit sei auf einen Uebelstand hingewiesen, der, wie mir scheint, sich überhaupt auf die gesamte Planktonfischerei bezieht. Wird nämlich ein neues oder noch wenig gebrauchtes Netz zum Filtrieren des gepumpten Wassers benutzt, so filtriert es ganz vorzüglich. Man kann dann selbst durch das kleine quantitative Netz, unbedenklich 100 l und mehr pro Minute laufen lassen, jedoch nur dann, wenn nicht viel Plankton, oder allgemeiner gesagt, Schweb- und Senkstoffe im Wasser enthalten sind. Ist dies letztere aber der Fall, namentlich wenn reichlich Diatomeen vorhanden sind, so verstopfen sich die feinen Poren des Netzes sehr schnell und die Filtergeschwindigkeit nimmt in demselben Maße ab. Lässt man nun das Wasser mittels einer Pumpe in das Netz, so kann man jeden derartigen Fehler genau beobachten; man kann dann das Zupumpen zeitweilig unterbrechen oder das Netz durch Schütteln etc. wieder hinreichend reinigen. Anders ist es dagegen, wenn man mit dem Netz im Gewässer fischt, denn hier hört jede direkte Beobachtung und somit jede Kontrole auf. Nun hat zwar Hensen im Hinblick auf diesen Uebelstand schon Maßnahmen dagegen getroffen, insofern als er bei seinem „quantitativen" Netz den Eingang verengerte, so dass also weniger Wasser zu filtrieren ist. Immerhin ist damit jedoch der Uebelstand des Verstopfens der Poren im Seidenstoff nicht aus der Welt geschafft. Dazu kommt nun ferner noch etwas Zweites hinzu. Wie gesagt, filtriert ein neues Netz vorzüglich. Je länger dieses indessen im Gebrauch ist, um so mehr verstopfen sich seine Poren, selbst dann, wenn der Seidenstoff jedesmal gut gereinigt wird. So besitze ich ein derartiges Netz, welches mit der Zeit so undurchlässig geworden ist, dass es kaum noch 50 l pro Minute filtriert. Würde ich nun mit diesem Netz einen Vertikalzug in 50 m Tiefe machen, würde ich ferner den Querschnitt

der Eingangsöffnung zu 1 qdm annehmen, so müsste ich mehr als eine Minute anwenden, um das Netz heraufzuziehen, da ich sonst nicht die Gewissheit hätte, wirklich die ganze Wassersäule von $500 \times 1 = 500$ l filtriert zu haben. Im Allgemeinen zieht man nun ein solches Netz vorschriftmäßig zwar „langsam" auf, aber ich möchte fast bezweifeln, dass man sich immer genügend Zeit dabei lässt. Ferner sollte man von Zeit zu Zeit die Filtrierfähigkeit eines derartigen Netzes sorgfältig prüfen, und dazu ist wieder die oben beschriebene Pumpe vorzüglich am Platze, denn sie zeigt uns mit absoluter Sicherheit, wieviel ein Netz zu filtrieren im Stande ist, wenn es sich sowohl durch wiederholten Gebrauch wie auch während des Fischens verstopft. Ja, ich möchte soweit gehen zu behaupten, dass ein nicht vor dem Fischen geprüftes Netz keine Gewähr leistet, dass es thatsächlich die durchfischte Wassersäule filtriert hat und dass somit die abgeleiteten Angaben hinsichtlich der Quantität des Plankton keine Gewähr der Richtigkeit haben können.

Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich die Ansicht ausspreche, dass in dem oben angeführten Pumpverfahren die soeben angegebenen Fehlerquellen völlig vermieden werden können. Ich würde daher keinen Anstand nehmen, dies Verfahren auch dann zu empfehlen, wenn es sich um Planktonbestimmungen in größeren Tiefen sowie um solche zu einer anderen Jahreszeit handelt, also dann, wenn offenes Wasser ist; denn ebensogut wie vom Eise kann man ja auch vom Boote aus pumpen. Hinsichtlich der größeren Tiefen kommt freilich ein Uebelstand als recht hinderlich in Betracht, nämlich der der hohen Kosten, die die Anschaffung eines Spiralgummischlauches verursacht. Würde dieser doch bei 100 m Länge einige Hundert Mark kosten. Immerhin aber könnte man getrost bis etwa 20 m Tiefe gehen, da die hierbei entstehenden Kosten durch die auf der Hand liegenden Vorteile des Verfahrens reichlich aufgewogen werden. Vergleichende Versuche würden dann auch am besten entscheiden lassen, ob das Filtrieren des gepumpten Wassers thatsächlich und unter allen Umständen mehr leistet, als das Filtrieren einer entsprechenden Wassersäule mittels des Vertikal- oder gar Horizontalzuges. Da der Saugeschlauch ferner beliebig tief eingesenkt werden kann, so würde man in jeder zwischenliegenden Tiefe ohne weiteres den Planktongehalt ermitteln können, ohne, wie mit dem Vertikalnetz Stufenfänge ausführen und diese unter sich vergleichen zu müssen. Es könnte mithin das ganze Mess- und Zählverfahren erheblich abgekürzt werden.

Die Planktonpumpe, wie ich sie der Kürze halber nennen möchte, mag nun auch noch anderen Zwecken dienstbar gemacht werden. So möchte sie namentlich in sehr flachen Gewässern gute Dienste thun, die ein eigentliches Plankton gar nicht aufweisen, da

ihre Sohle mit Pflanzen besetzt ist, die eine eigene Fauna beherbergen. Dies sind z. B. Fisch- resp. Karpfenteiche, die selten mehr als 1 bis 2 m Tiefe haben. Hier sind ja Vertikalzüge kaum noch recht anwendbar, namentlich wenn die Pflanzen üppig wuchern, und Horizontalzüge können doch kaum ein irgendwie genaues Resultat ergeben, zum Teil auch schon des Pflanzenwuchses wegen. Eine Pumpe aber würde, wenn man deren Saugkorb noch mit einem Drahtschutz gegen das Ansaugen von Pflanzenteilen etc. umgiebt, sehr viel besser im Stande sein, uns über den Gehalt des Teichwassers an Organismen aufzuklären, und wir würden dann eher in die Lage kommen, eine Bonitierung von Teichen etc. zu begründen, als dies mit den bisherigen Hilfsmitteln möglich war.

Gerade wie weiterhin die Planktonpumpe dazu dienen kann, die Organismenwelt in sehr flachen Gewässern zu sammeln, so ist sie in derselben Weise auch anwendbar, um die flachen Stellen unserer Gewässer überhaupt, also die sogen. Uferzone und die der Schaar einer genaueren Untersuchung zugänglich zu machen. Dies erscheint namentlich für den Winter sehr wichtig, wo es nicht angeht mit dem Netz oder Käscher zu sammeln. Aber auch bei offenem Wasser wird es zweckmäßig sein vom Boote aus, das langsam vorwärts bewegt wird, mittels der Pumpe die am Boden oder zwischen den Pflanzen sitzenden Organismen heraufzubefördern, soweit sie der Saugekraft nicht widerstehen können, also diejenigen, welche dem Fang mit dem Käscher leicht entgehen. Endlich ist es möglich, sowohl vom Eise aus wie auch bei offenem Wasser aus der Tiefe, wenn diese eine gewisse Grenze nicht überschreitet, Material heraufzubefördern, also ähnlich so, wie dies eine Dredge thut, die bekanntlich vom Eise aus kaum angewendet werden kann. Die Planktonpumpe kann mithin auch als teilweiser Ersatz dieses letzteren Apparates angesehen werden.

Der Naturforscher, der gewöhnt ist, mit seinen oft so komplizierten Apparaten in die größten Tiefen der Ozeane hinabzugreifen, hat vielleicht nur ein mitleidiges Lächeln für unsere bescheidenen Binnengewässer, namentlich wenn deren Tiefen so minimale bleiben. Ja selbst der Süßwasserbiologe sucht sich für seine Erforschungen immer noch die tiefsten der Landseen aus; und er hatte bisher auch insofern allen Anlass dazu, weil eben die gebräuchlichen und bewährten Untersuchungsmethoden für die flachen Gewässer nicht ausreichten. Mit der Planktonpumpe hoffe ich somit eine Lücke ausgefüllt zu haben, die sich in einem Zweige der Süßwasserbiologie schmerzlich fühlbar machte, welcher verdiente mehr als bisher beachtet zu werden. [34]

Die deutsche Seefischerei auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung.

Von C. Matzdorff.

Zu den mannigfachen Sehenswürdigkeiten auf biologischem Gebiete, wie sie die vorjährige Gewerbe-Ausstellung zu Berlin in ihren Abteilungen für Gartenbau und für Unterricht und wie sie nicht minder die angeschlossene Kolonial-Ausstellung bot, gesellte sich und nahm für die allgemeine Besucherwelt und Fachleute einen der ersten Plätze ein die Fischerei-Ausstellung. Jene sah sich vor allem infolge ihrer zumal bei dem Berliner seit alter Zeit her bekannten Vorliebe für das Wasser sowie durch die Fischkosthalle, die der Belehrung durchs Auge eine fernere durch die Zunge folgen zu lassen gestattete, hierher gezogen, der Naturkundige sah hier in meist trefflich belehrender Weise das zur Schau gestellt, was von unserem Wissen über die Welt der deutschen Fische und ihrer Mitbewohner in nassem Reiche in Darstellungen irgend welcher Art anschaulich gemacht werden konnte.

In der Abteilung für Süßwasserfischerei traten historische und technische Gesichtspunkte in den Vordergrund. So möge der Sonder-Ausstellung des märkischen Provinzial-Museums (Geheimrat Friedel) gedacht werden, die in dem „Verzeichniß der ausgestellten Gegenstände mit erläuterndem Text“ von einer monographischen Abhandlung über die brandenburgische Fischerei begleitet wurde, die außer historischen Daten ein Verzeichnis der märkischen Fische und vielerlei für die Lebensart dieser Fische bedeutungsvolle Notizen bot. Bemerkenswert waren in der Untergruppe „Binnenfischerei“ selbst die wissenschaftlichen Darbietungen der biologischen Station am Müggelsee (Prof. Frenzel), der teichwirtschaftlichen Station Trachenberg (Dr. Walter), der bayerischen Landes-Fischerei-Vereines u. e. a. Aussteller, die einzelne Präparate oder Darstellungen, so namentlich auch von Fischfeinden der mannigfachsten Art, gebracht hatten. Leider war es aber hier nicht zu einer zusammenfassenden und unter allgemeine Gesichtspunkte vereinigenden Ausstellung gekommen, wie sie die unten geschilderte Seefischerei veranstaltet hatte.

Diese zweite Untergruppe war schon in auffallendem Maße reicher beschickt. Sie war aber auch dadurch im Vorteil, dass ihr von Prof. Henking ausgearbeitetes Ausstellungs-Verzeichnis nicht allein ein solches, sondern in allen und nicht zum mindesten in den wissenschaftlich interessanten Abschnitten mit Erläuterungen versehen war, die dasselbe zu einem belehrenden Nachschlagebüchlein über die deutsche Seefischerei gestaltet haben. Nachträglich hat sich der Genannte noch der Mühe unterzogen, für diese Abteilung des Fischerei-Kataloges ein Sachregister auszuarbeiten, das auf 34 Spalten aus-

führlich den Inhalt des 97 Seiten starken Textes angiebt und dessen Brauchbarkeit und Handlichkeit wesentlich erhöht. Der Besucher, der wohl nur in wenigen Fällen über die Anwendung sämtlicher der Technik des Fanges und der Verwertung dienenden Ausstellungs-Objekte Bescheid wußte, fand in dem Katalog zweckentsprechende Erläuterungen ihres Gebrauches und Erklärungen ihrer Namen, und diesen musste auch der Biologe, der nicht häufig Gelegenheit gehabt hatte, an verschiedenen Oertlichkeiten unserer Meere sich an der Seefischerei irgend welcher Art zu beteiligen, der aber trotzdem, wenn er nicht sein Forschungsgebiet auf Landpflanzen und -tiere beschränkt hat, der Technik des Fischens näher getreten sein wird, Interesse abgewinnen. Hier war eine erstaunliche Fülle von in natura oder in Modellen ausgestellten Fangvorrichtungen aller Art, vom großen Dampfer mit ungeheuren Netzen bis zum kleinen Handkätscher, ausgestellt, denen sich ganze Fangdarstellungen (wir erinnern uns z. B. des Wintergarnfischens unter dem Eise auf dem Kurischen Haff) anschlossen.

Die wissenschaftliche Abteilung wies außer Apparaten zur Erforschung der Meere, unter denen natürlich Bestecke für den Planktonfang nicht fehlten, und der einschlägigen Litteratur Modelle und Pläne deutscher Häfen auf, die das Ministerium für öffentliche Arbeiten, manche Vereine und Private dargeboten hatten, sowie die sehr instruktiven graphischen und plastischen Darstellungen zur Fischereistatistik des deutschen Seefischerei-Vereins. Hier fand man neben der Karte der Nordsee-Fischerei-Gründe (1:800000) Modelle über Einfuhr und Fang des Salzherings 1894, solche über die Produktion desselben in England, Holland, Norwegen und Deutschland 1894 (in dieser Reihenfolge dem Umfange nach abnehmend) und über die Gesamt-See- und Küstenfischerei in England, Frankreich, Norwegen, Deutschland und Dänemark 1894. Es ließ sich ferner aus vergleichenden graphischen Darstellungen das ungemeine Wachstum der deutschen Fischerei im allgemeinen (1889—1894) und der großen Heringsfischerei in der Nordsee im besonderen (1872—1895), für die allein 1895 drei neue Gesellschaften eingetreten sind, ersehen. Aehnlich war ein Ansteigen des Raumgehaltes der deutschen Nordseefischereifahrzeuge, des Umfanges der Fischverkäufe und der Zahl der beschäftigten Fischer deutlich erkennbar. Andere Tabellen zeigten den Gehalt an Proteinen in Schellfisch- und Rindfleisch sowie Fett- und Proteingehalt im Fischfleisch. Während noch 1870 die Hochseefischerei auf Hering nur von Emden aus mit wenigen Loggern und der Frischfischfang nur mit einigen Ewern von der Unterelbe aus betrieben wurde, im übrigen unwesentliche Küstenfischerei herrschte, besitzt unser Vaterland jetzt in der Nordsee an 100 Fischdampfer, die bis Irland gehen, und am 1. November wurde zu Geestemünde, von wo aus 1885 der erste Fisch-

dampfer in See ging, ein neuer großer Hochseefischereihafen auf einem Gelände von c. 45 ha eröffnet, an dessen 450 m langer Halle 15 Dampfer zu gleicher Zeit löschen können.

Von einzelnen ausgestellten Naturobjekten seien ein $3^1/_2$ m langer weiblicher ausgestopfter Stör sowie das prächtige Kopfskelett eines grönländischen Wales (*Balaena mysticetus*) mit vollständigem Bartenwuchs (Firma Mann Isaac) erwähnt. Den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Ausstellung bildete aber eine biologische Kollektiv-Sammlung, die der deutsche Seefischerei-Verein (Henking), die biologische Station auf Helgoland (Heincke), die zoologische Sammlung des berliner Museums für Naturkunde (Möbius), das naturhistorische Museum in Kiel (Kräpelin) und die zoologischen Museen in Hamburg (Brandt), Lübeck (Lenz), Rostock (Blochmann), Greifswald (Müller) und Königsberg (Braun) zusammengestellt hatten. Die Erläuterungen, die diese von Prof. Heincke geordnete Ausstellung in dem Katalog erfahren hat, gingen aus der Feder des genannten sowie Prof. Henkings hervor. Unterstützt wurde dieselbe durch eine Anzahl plastischer nach einem neueren Verfahren hergestellter Fischdarstellungen der Firma Pellegrini in Chemnitz, die, nach frischen Exemplaren geformt und gemalt, treffliches leisteten.

Der eine Abschnitt dieser Sammlung führte in 7 Schränken sämtliche 81 Nutzfische der deutschen Meere in systematischer Reihenfolge vor. Es waren die folgenden: *Petromyzon fluviatilis* L. und *marinus* L., *Lamna cornubica* Gmelin, *Acanthias vulgaris* Risso mit Jungen verschiedener Altersstufen, *Scyllium canicula* Cuv., *Raja batis* L., *clavata* L., *radiata* Donovan, *fullonica* L., *Trygon pastinaca* L., **Acipenser sturio* L., **Anguilla vulgaris* Flem., *Conger vulgaris* Cuv., *Salmo salar* L., *trutta* L., *Coregonus oxyrhynchus* L., *lavaretus* L., *Osmerus eperlanus* L. mit Entwickelungsstadien und Nahrung, **Clupea harengus* L., **sprattus* L., *alosa* L., *Engraulis encrasicholus* L., *Leuciscus idus* L., *Abramis ballerus* L. und *vimba* L., *Pelerus cultratus* L., *Ammodytus lanceolatus* Lesanv. und *tobianus* L., *Belone vulgaris* Flem., *Spinachia vulgaris* Flem., *Gasterosteus aculeatus* L. und *pungitius* L., mit Nestern, *Mugilchelo* Cuv., *Zoarces viviparus* L., *Anarrhichas lupus* L., *Cyclopterus lumpus* L., *Liparis vulgaris* Flem. und *Montagu* Donovan, *Gobius niger* L., *Ruthensparri* Euphr., *minutus* Gmelin, *Xippoglossus vulgaris* Flem., *Hippoglossoides limandoides* Bloch, **Rhombus maximus* L., **laevis* Rondelet, *Pleuronectes microcephalus* Donovan, *cynoglossus* L., **limanda* L., **platessa* L., **flesus* L., **Solea vulgaris* Quensell, **Gadus morrhua* Gthr., **aeglefinus* L., *merlangus* L., *minutus* L., *virens* L. und *pollachius* L., *Merluccius vulgaris* L., *Lota molva* L., *Motella mustela* L., *cimbria* L. und *tricirrata* Bloch, *Raniceps ranians* L., *Trigla gunnardus* L., *hirundo* Bloch, *Cottus scorpius* L., *bubalis* Euphr. und *quadricornis* L., *Lophius piscatorius* L., *Trachinus draco* L., *Scomber*

scomber L., *Thynnus vulgaris* Cuv., *Caranx trachurus* L., *Zeus faber* L., mit Jungen, *Xiphias gladius* L., *Sciaena aquila* Risso, *Mullus barbatus* L., *Pagellus centrodontus* de la Roche, *Labrax lupus* Cuv., *Acerina cernua* L. und *Perca fluviatilis* L.

Der interessantere zweite Abschnitt zeigte in 13 Schränken „biologische Zusammenstellungen zur Erläuterung der verschiedenen Abarten, des inneren Baues, der Fortpflanzung, der Entwickelung und der Ernährungsweise der für die Seefischerei wichtigsten Fische, Krebstiere und Weichtiere der Nord und Ostsee". Die jede Tierart betreffenden Präparate und Abbildungen waren so zusammen geordnet, dass der Besucher unter Zuhilfenahme des Textes im Kataloge ein überraschend übersichtliches Bild vom Bau und Leben des betreffenden Tieres gewinnen konnte. Es war derselbe Grundsatz, den Geheimrat Möbius in der Schausammlung des berliner zoologischen Museums durchführt. Wir werden uns gestatten, die Ergebnisse nach einigen allgemeinen Gesichtspunkten zusammenzustellen. Von Fischen waren hier die oben mit einem Stern bezeichneten behandelt. Außer gut im ganzen aufbewahrten Exemplaren war die Anatomie und Histologie in Präparaten, sowie in gedruckten und mit der Hand gefertigten Abbildungen vertreten. Vom Aal sah man u. a. das Kopfskelett beider Brunn'schen Formen mit Röntgenstrahlen aufgenommen. Bei dem Stör fanden sich außer Skeletten Präparate der reifen vollen und der abgelaichten Geschlechtsorgane und ihrer Inhalte, sowie die Schwimmblase. Für die Scholle waren u. a. die Schlundknochen besonders präpariert. Natürlich fehlten bei keiner Art Situspräparate. Sehr ausführlich war die Entwickelung berücksichtigt. Die Eier des Herings sah man angeklebt an Pflanzen, die des Störs im Eierstock und abgelegt, desgleichen Flundereier. Larven und Brut der verschiedensten Altersstufen waren in reicher Zahl und vortrefflicher Aufstellung (die Tiere erschienen in völlig freier, natürlicher Haltung) vom Hering und Sprott vorhanden. Von Plattfischen fehlten symmetrische Junge nicht. Die Wanderung des Auges war nach Benecke's Darstellung vorgeführt. Ganze Reihen von Altersstufen fanden sich beim Aal, Stör, Hering und Sprott. Um den Wohnort der Fische zu zeigen, waren vor allem allein sieben Plattfischformen in flachen Kästen auf dem natürlichen Grunde liegend in ausgezeichnet erhaltenen Färbungen aufgestellt; auch Jugendzustände verschiedenen Alters der Flunder wurden in ähnlicher Weise vorgeführt. Weiter sah man eine Probe des Kabliaugrundes der Jütland-Bank mit seinen Steinen, Muscheln und Röhrenwürmern, der sich Grundproben der Wohnstätten des Dorsches und Schellfisches anschlossen. Reichlich waren Darstellungen der Nahrung unserer Fische. Einmal fanden sich überall Präparate der Mageninhalte in toto, die z. B. für die

Gadus-Arten schon eine makroskopische Analyse gestatteten. Sodann waren die wichtigsten Nährtiere auch in gut erhaltenen Exemplaren gesondert beigegeben. Hierher gehören *Lanice conchilega* Malmg. und *Arenicola marina* für den Stör, *Hyperia*, *Mysis*, Phyllo- und Copepoden für den Hering, *Galatea Hippolyte*, Brachyuren, *Mactra*, *Aphrodite*, aber auch Plattfische für den Dorsch, *Ophioglypha albida* Lym. und *lacertosa* Lym., *Amphiura filiformis* Forb., *Echinocyamus pusillus* Gray, *Echinocardium cordatum* Gray, *Portunus holsatus* Fab., *Corystes Cassivelaunus* Leach, *Galatea intermedia* Lilljeb., *Gebia deltura* Leach, *Crangon Allmani* Kinah., *Nika edulis* Risso, *Diastylis Rathkei* Kr. sowie zahlreiche Muscheln (*Scrobicularia*, *Tellina*, *Cyprina*, *Nucula*, *Mactra*, *Venus*, *Montacuta*, *Corbula* u. a.) für den Schellfisch, *Diastylis Rathkei* Kr. und *lucifer* Kr., *Cultellus pellucidus* Pennant, *Cylichna cylindracea* Penn., *Syndesmia prismatica* Montagu für die Seezunge, Muscheln für die Scholle. Ein Exemplar des letztgenannten Fisches zeigte, mit Röntgenstrahlen photographiert, *Nucula nitida* Sowerby im Magen. Schließlich mögen hier auch 12 Planktonfänge aus Kiel Erwähnung finden, die sowohl unsortiertes als gesondertes Diatomeen-, Dinoflagellaten- und Copepoden-Material aufwiesen. Das Gebiet der Pathologie vertraten zunächst Schmarotzer, *Lernaea* von Dorschkiemen und *Caligus* von dessen Haut. Ferner war verfetteter Rogen des Störes ausgestellt. In das Gebiet der Variationen und Monstrositäten gehören die wellig gekrümmten Aale aus der Unterelbe, deren einige 3—4, ein anderer sogar 7 Biegungen der Wirbelsäule aufwies. Dorsche haben zuweilen missgebildete Köpfe, „Mopsköpfe". Vom Stör war ein Zwitterorgan mit vieler Milch und wenig Rogen vorhanden, von der Scholle und der Flunder je ein linksäugiges Exemplar. Auch die „Rhombusform"form der Scholle gehört hierher. Farbenvarietäten kamen beim Aal (Goldaale) sowie mannigfach bei den mit beweglichen Chromatophoren versehenen Plattfischen vor. Einem beiderseits gefärbten Exemplare der Flunder schlossen sich verschiedene Schollen an. Ein Albino besaß einen dunklen Kopf und dunkle Flossen, ein rotgelbes Exemplar hatte einen bräunlichen Saum mit wenigen großen dunklen Flecken, ein drittes war in der Mitte hell, seitlich dunkel, oder der Kopf war hell, der Rand gefleckt; auch die Unterseite war gelegentlich dunkel gefärbt. Die Systematik des Aales, von dem v. Brunn den kleinäugigen, breitköpfigen grünen, Reusen- oder Treibaal (80 % Männchen) und den großäugigen, spitzköpfigen Penkaal (meist Weibchen) unterscheidet, war für diese beiden Formen ausführlich erläutert (s. auch oben). Auf den Fang der Fische, bezw. auf ihre Nahrung, bezogen sich die ausgestellten Köder, so für den Kabliau Fischstücke, Krebse und Würmer, für den Schellfisch *Ammodytes tobianus* L., *Echiurus Pallasii* und *Arenicola marina*. Die Verwertung des Störrogens fand gleichfalls ihren Platz.

Von Krebsen waren der Hummer, *Homarus vulgaris* M. Edw., ein Verwandter, *Nephrops norvegicus* Leach, die sog. Krabben *Crangon vulgaris* L. und *Palaemon squilla* L., wie die Taschenkrebse *Cancer pagurus* L. und *Carcinus maenas* Leach berücksichtigt. Außer anatomischen Präparaten fanden sich beim Hummer Entwickelungsstufen, abgeworfene Panzer, Mageninhalte, Exemplare mit regenerierten Scheeren. Zwei 20—30 Jahre alte Individuen hatte die helgoländer Station ausgestellt, deren Panzer eine ungemein reiche wandelnde Biocönose mit Cirrhipedien, Würmern, Bryozoen, Hydroidpolypen, Schwämmen, Pflanzen u. a. m. bedeckte. Von *Crangon* waren 3- bis 4jährige Weibchen, die 76 mm lang waren, ausgestellt, ferner zahlreiche Entwickelungsstufen, Häutungen und abgeworfene Panzer, sowie Farbenvarietäten. Auch dieses Tier zeigt ja einen auf dem Spiel von Chromatophoren beruhenden Färbungswechsel. Als Nahrung dienen ihm Heringslarven, *Mysis vulgaris* Thoms., *Corophium longicorne* Lat., *Podopsis Slabberi* van Bened. Uebrigens fanden neben ihren Klassengenossen einige weitere Arten, darunter auch *Limnoria lignorum* White ihren Platz.

Unter den Mollusken stand natürlich die Auster voran. In sehr ergiebiger Weise waren ihre Anatomie, ihre Entwickelung und ihr Vorkommen zur Darstellung gebracht worden. Außer dem umfangreichen, dem berliner Museum entstammenden Trockenpräparat einer „Austernbank" mit ihrer Biocönose, wie sie von Möbius dargestellt worden ist, fanden sich hier einige ausgezeichnete in Flüssigkeit konservierte Miniaturbänke, die ähnlich wie ein beim Dorsch aufgestelltes Präparat, Tiergruppen in ihrem natürlichen Beisammenwohnen und in vortrefflicher Form- und Farbeerhaltung zeigten. So sieht man einmal *Gobius minutus* L., *Cottus scorpius* L., *Syngnathus acus* L. und *Stenorhynchus phalangium* Penn. bei einander. In einem andern Präparat sind Austern von *Cliona* bewohnt, auf ihnen sitzen *Hydractinia echinata* Flem., *Alcyonium digitatum* L., *Eudendrium ramosum* Pall., *Balanus crenatus* Brug. Oder es wohnen mit Austern im bunten Gemisch Würmer, Actinien, Bryozoen, Schwämme und Cirrhipedien zusammen. In Einzelpräparaten waren die Tiere der Austernbänke, namentlich auch die Epizoen der Schalen selbst, zusammengestellt, unter ihnen die häufigen *Balanus*, Dreikantenwürmer, *Hydrallmania*, Bryozoen, sowie die Austernfeinde, die Seesterne. Amerikanische Austern, *Ostrea virginiana* Lam. und *borealis* Lam., aus New Haven, skandinavische aus Espevig und Selö bei Tysnaes und neapolitanische (mit dem Feinde *Asterias glacialis*) finden sich zum Vergleiche. Reisig und Rindenstücke dienen zum Auffangen der schwärmenden Brut. — Neben der Auster waren in, wenn auch natürlich geringerem, Umfange die Miesmuschel, *Mytilus edulis* L., die Herzmuschel, *Cardium edule* L., die Sandmuschel, *Mya arenaria* L.,

zur Stelle. *Cardium* wie die Schnecken *Buccinum undatum* L. und *Litorina litorea* L. und *Buccinum* waren u. a. ausgestreckt und kriechend präpariert.

Von den übrigen Evertebraten fanden der essbare *Echinus esculentus* L., Seesterne mit regenerierten Armen (aus New Haven), ferner Korallen und ihre in Neapel betriebene Industrie, die sich auch mit *Cassis madagascariensis* befasst, und schließlich der Sandpier, *Arenicola piscatorum* L., ihren Platz in dieser Abteilung. Von dem letztgenannten war ein Präparat, das seine Wohnröhre im Sande und den aufgeworfenen Kothügel im Längsschnitt zeigte, besonderer Beachtung würdig.

Die Technik der ausgestellten Objekte war so mannigfach, wie es heute nur möglich ist. Vor allem war in der Auswahl konservierender Flüssigkeiten vortreffliches geleistet, und die Fische des Herrn Dr. Hoffbauer in Helgoland sowie die (bei der Auster genannten) Biocönosen der Herren Bullemer in Berlin ließen an farben- und formengemäßer Konservierung nichts zu wünschen übrig. Vervollständigt wurde die makroskopische Ausstellung durch mehrere mikroskopische Präparate von Fisch- und Krebslarven, Copepoden u. dgl., die an drehbaren Stativen Winkel in Göttingen geliefert hatte.

Wenn der Katalog von der geschilderten Kollektiv-Ausstellung sagt: „Die Sammlung soll mustergiltig sein, sowohl in Bezug auf Konservierung und Aufstellung der Objekte nach den neuesten Methoden, als auch als Anschauungsmittel zur Belehrung über die Naturgeschichte der nutzbaren Seetiere", so sind wir der Ansicht, dass die Absicht der Aussteller erreicht ist. [11]

L. Félix Henneguy, Leçons sur la cellule, morphologie et reproduction.

Recueillies par Fabre-Domergue, revues par le professeur H. Paris, Georges Carré, 1896, groß 8°, 541 Seiten, 362 Figuren im Text.

Dieses Werk ist aus Vorlesungen hervorgegangen, die im Winter 1893/94 am Institut de France gehalten wurden. Es hat dadurch einen eigenartigen Charakter bekommen, der sich aus dem Schlusssatze der letzten, 31. Vorlesung, erklärt: „Ich habe Sie in diesen Vorlesungen auf die zahlreichen Lücken hingewiesen, die unsere Kenntnis von der Zelle noch zeigt. Ich werde mich glücklich schätzen, sollte ich in Ihnen den Wunsch erregt haben, durch eigene Untersuchungen zu ihrer Ausfüllung beizutragen. Denn das soll der eigentliche Zweck des Unterrichtes an unserm Institute sein". Vorlesungen mit diesem Zweck werden in Deutschland selten gehalten; und dadurch erklärt sich auch der wesentliche Unterschied der sich zwischen Henneguy's Vorlesungen und O. Hertwig's vortrefflichem, früher in dieser Zeitschrift angezeigtem Werk „Die Zelle" ergiebt, das ebenfalls aus Vorlesungen hervorgegangen ist. Henneguy behandelt auf fast doppeltem Raum ein etwas enger gefasstes Thema. Die eigentliche Physiologie der Zelle tritt, wie schon der Titel andeutet, mehr in den Hintergrund; der Zellteilung ist ein breiterer, der Fortpflanzung

der höheren Tiere und Pflanzen und den Vererbungstheorien nur ein kleinerer Raum zugeteilt.

Verf. will angehende Forscher nicht nur in die neuesten Anschauungen ihrer Wissenschaft einführen, sondern ihnen auch das ganze thatsächliche Material, kritisch geordnet, vorführen. Die persönliche Form der Vorlesung und eine große Kunst der Darstellung verbunden mit einem einfachen klaren Stil, ermöglichen ihm, das zu thun, ohne den Leser zu ermüden. Eine außerordentliche Belesenheit, vor allem auch in der deutschen Litteratur, und eigene Untersuchungen befähigen ihn dazu. Die Darstellung folgt in allen einzelnen Teilen immer dem zeitlichen Fortschritt der Forschung; alle Autoren werden dabei mit der Jahreszahl ihrer Veröffentlichung genannt. Eine nahezu 1600 Titel umfassende, nach den Autoren alphabetisch geordnete und durch einen Nachtrag bis auf die Zeit des Druckes ergänzte Bibliographie ermöglichen es dem Interessenten, mit geringer Mühe die Publikation zu finden, auf die sich das betreffende Zitat bezieht, ohne dass der Text durch Anmerkungen störend unterbrochen oder der Umfang des Buches durch die oft vielfache Zitation desselben Werkes vergrößert wird.

Neue Thatsachen werden in den Vorlesungen nur sehr wenige mitgeteilt. Mehr als sonst üblich wird berücksichtigt, wenn Verf. auffallende Beobachtungen anderer Forscher bestätigen oder gelegentlich auch nicht bestätigen konnte; aber das ergiebt sich aus dem Charakter der Vorlesung und verleiht der Darstellung besonderen Reiz. Mit scharfer Kritik geht Verf. allen Spekulationen zu leibe; er betont mehrfach den hohen Wert der fruchtbaren Hypothese, aber er sucht unerbittlich alle bloßen Folgerungen von den häufig nur spärlichen Thatsachen, auf denen sie beruhen, zu trennen.

Seinen Zweck, eine zugleich umfassende und eingehende Darstellung unseres jetzigen Wissens von der Zelle und seiner Entwicklung in den letzten hundert Jahren zu geben, hat der Verf. erreicht. Ein solcher Ueberblick ist aber nicht nur für Anfänger in zytologischer Forschung, zu welchen der Verf. gesprochen hat, sondern auch für jeden Forscher nützlich oder vielmehr notwendig, der sich mit irgend einem Zellenleben berührenden Wissenszweig beschäftigt, für alle Biologen und Mediziner, die nicht in der Lage sind, durch Studium der so überaus zahlreichen Originalarbeiten sich ihr Urteil zu bilden. Und deshalb wünschen wir den „Vorlesungen“ auch in Deutschland recht viele Leser. W. [32]

Das Tierreich.

Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen. Herausgegeben von der deutschen zoologischen Gesellschaft. Generalredakteur: Franz Eilhard Schulze. Verlag von R. Friedländer & Sohn. Berlin NW.

Seit Linné's Systema naturae ist nicht wieder der Versuch gemacht worden, sämtliche lebende Tierformen in einem Werke systematisch zu behandeln. Die Zahl der bekannten Arten ist jedoch seitdem ins Riesenhafte gewachsen, so dass das Bedürfnis nach einer umfassenden Uebersicht dringlich geworden ist. Die deutsche zoologische Gesellschaft beabsichtigt daher, durch Aufführung und Kennzeichnung aller bisher erkennbar beschriebenen, lebenden und in historischer Zeit ausgestorbenen Arten und ihrer systematischen Gruppen eine einheitliche Darstellung des Tierreiches zu geben, welche als Grundlage und Ausgangspunkt aller künftigen Systematik dienen soll.

Um die Bewältigung des gewaltigen Stoffes in absehbarer Zeit zu ermöglichen, ist eine Verteilung der Arbeit auf eine große Zahl von Teilnehmern in Aussicht genommen.

Die wissenschaftliche Leitung des Unternehmens liegt in den Händen eines Generalredakteurs, des Herrn Geh. Reg.-Rat Professor Dr. **F. E. Schulze** in Berlin, und einer Anzahl Redakteure für die Hauptabteilungen des Tierreiches. Dem Generalredakteure steht ein Redaktions-Ausschuss zur Seite, der aus dem jeweiligen Vorsitzenden der deutschen zoologischen Gesellschaft und dem Herrn Geh. Reg.-Rat Professor Dr. **K. Möbius** in Berlin besteht.

Hinsichtlich der Ausführung des Werkes sei bemerkt, dass außer den sicheren auch die ungenügend beschriebenen und zweifelhaften Arten sowie die Unterarten und Varietäten, ferner wichtige Entwicklungsstufen, abweichende Generationen und besonders merkwürdige biologische Verhältnisse Berücksichtigung finden sollen. Die geographische Verbreitung wird bei jeder Art angegeben werden, ebenso die wichtigste Litteratur und sämtliche synonyme Benennungen, damit das abgeschlossene Werk über jeden seit Einführung der binären Nomenklatur gebrauchten systematischen Namen Auskunft zu geben vermag. Zur Erleichterung des Ueberblickes dienen systematische Uebersichten, dem praktischen Bedürfnisse zahlreiche Bestimmungsschlüssel. Jede in sich abgeschlossene Abteilung wird eine Liste der angewandten Abkürzungen, einen systematischen Index und ein vollständiges alphabetisches Register enthalten. Nach Abschluss einer jeden in mehreren Abteilungen bearbeiteten Gruppe erscheint ein Index und ein Register für die ganze Gruppe, am Schlusse des Werkes ein General-Index und ein General-Register.

Als Abteilungs-Redakteure wurden gewonnen:

Prof. **F. Blochmann** in Rostock (*Brachiopoda*). — Prof. **O. Boettger** in Frankfurt a. M. (*Batrachia* s. *Amphibia*, *Reptilia*). — Prof. **M. Braun** in Königsberg i. Pr. (*Platyhelminthes*). — Hofrat Prof. **O. Bütschli** in Heidelberg (*Protozoa*). — Prof. **C. Chun** in Breslau (*Cnidaria*, *Ctenophora*). — Prof. **F. Dahl** in Kiel (*Arachnoidea*). — Prof. **C. W. von Dalla Torre** in Innsbruck (*Hymenoptera*). — Prof. **L. Doederlein** in Straßburg i. E. (*Mammalia*). — Geh. Reg.-Rat Prof. **E. Ehlers** in Göttingen (*Bryozoa*). — Dr. **W. Giesbrecht** in Neapel (*Crustacea*). — Mag. pharm. **A. Handlirsch** in Wien (*Rhynchota*, *Neuroptera*). — Dr. **W. Kobelt** in Schwanheim (*Mollusca*). — Kustos **H. J. Kolbe** in Berlin (*Coleoptera*). — Dr. **H. Krauße** in Tübingen (*Orthoptera*). — Direktor Prof. **R. Latzel** in Klagenfurt (*Myriopoda*). — Schulrat Prof. **J. Mik** in Wien (*Diptera*). — Dr. **G. Pfeffer** in Hamburg (*Pisces*). — Prof. **A. Reichenow** in Berlin (*Aves*). — Geh. Reg.-Rat Prof. **F. E. Schulze** in Berlin (*Porifera*). — Direktor Dr. **A. Seitz** in Frankfurt a. M. (*Lepidoptera*). — Prof. **J. W. Spengel** in Gießen (*Vermes* excl. *Platyhelminthes*, *Tunicata*).

Von Gruppen-Bearbeitern können jetzt schon genannt werden:

Grf. **H. v. Berlepsch** auf Schloss Berlepsch	(*Icteridae*, *Tanagridae*, *Dentrocolaptidae*, *Tyrannidae*).
Prof. **R. Blanchard** in Paris	(*Hirudinea*).
Prof. **F. Blochmann** in Rostock i. M.	(*Brachiopoda*),
Prof. **O. Boettger** in Frankfurt a. M.	(*Amphibia*, *Reptilia*).
Prof. **K. Brandt** in Kiel	(*Radiolaria*).
Prof. **M. Braun** in Königsberg i. P.	(*Cestodes*, *Trematodes*).
G. Budde-Lund in Kopenhagen	(*Isopoda p. p.*).

Dr. O. Bürger in Göttingen	(*Nemertinea*).
Prof. G. Canestrini in Padua	(*Acarina p. p.*)
Dr. E. Canu in Boulogne-sur-Mer	(*Copepoda p. p.*)
Prof. C. Chun in Breslau	(*Siphonophora, Ctenophora*).
Prof. C. W. v. Dalla Torre in Innsbruck	(*Cynipidae*).
Geh. Reg.-Rat Prof. E. Ehlers in Göttingen	(*Bryozoa p. p.*)
Prof. C. Emery in Bologna	(*Formicidae*).
H. Friese in Innsbruck	(*Apidae*).
Prof. A. Giard in Paris	(*Isopoda p. p.*).
Dr. W. Giesbrecht in Neapel	(*Copepoda p. p.*).
Prof L. v. Graff in Graz	(*Turbellaria, Myzostomida*).
E. Hartert in Tring	(*Podargidae, Caprimulgidae, Micropodidae, Trochilidae*).
Dr. W. Kobelt in Schwanheim	(*Gastropoda p. p.*).
Kustos H. J. Kolbe in Berlin	(*Cicindelidae*).
Pastor F. W. Konow in Teschendorf i. M.	(*Tenthredinidae*).
Dir. Prof. K. Kraepelin in Hamburg	(*Scorpionida, Pedipalpi, Solifugae*).
Prof. P. Kramer in Magdeburg	(*Acarina p. p.*).
Dr. R. Lauterborn in Ludwigshafen a. Rh.	(*Infusoria ciliata*).
Prof. R. v. Lendenfeld in Czernowitz	(*Porifera p. p.*).
Dir. H. Lenz in Lübeck	(*Territelariae, Decapoda p. p.*).
Dr. H. Lohmann in Kiel	(*Acarina p. p.*).
A. D. Michael in London	(*Oribatidae*).
Dr. W. Michaelsen in Hamburg	(*Oligochoeta*).
Prof. A. Nalepa in Wien	(*Phitoptidae*).
W. R. Ogilvie-Grant in London	(*Phasianidae*).
Dr. A. E. Ortmann in Pinceton, U. S. America	(*Decapoda p. p.*).
Dr. G. Pfeffer in Hamburg	(*Decapoda p. p.*).
Dir. G. R. Pieresig in Großzschocher	(*Hydrachnidae*).
Dr. L. Plate in Berlin	(*Tardigrada*).
Prof. A. Reichenow in Berlin	(*Sturnidae, Ploceide, Psittacidae*).
Dr. R. Rhumbler in Göttingen	(*Sarcodina reticulosa*).
Dr. J. Richard in Paris	(*Cladocera*).
L. W. de Rothschild in Tring	(*Paradiseidae*).
Dr. F. Schaudinn in Berlin	(*Sarcodina lobosa* et *filosa, Heliozoa*).
Rektor Dr. O. Schmeil in Magdeburg	(*Copepoda p. p.*).
Dr. O. Schmiedeknecht in Blankenburg	(*Ichneumonidae, Braconidae, Chalcididae, Proctotrupidae*).
Geh. Reg.-Rat Prof. F. E. Schulze in Berlin	(*Hexactinellida*).
Dr. R. B. Sharpe in London	(*Vulturidae, Falconidae, Strigidae*).
Prof. J. W. Spengel in Gießen	(*Gephyrea, Enteropneusta*).
Rev. T. R. R. Stebbing in Tunbridge Wells	(*Amphipoda, Cumacea*).
Dr. H. Uzel in Königgrätz	(*Thysanoptera*).
Dr. W. Weltner in Berlin	(*Cirripedia*).
Prof. C. Zelinka in Graz	(*Rotatoria, Gastrotricha, Echinoderida*).

Als Probelieferung wurde die kleine Gruppe der *Heliozoa* von Dr. Fritz Schaudinn fertig gestellt; dieselbe wird auf Verlangen von der Verlagshandlung jedem Interessenten zugesandt.

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. März 1897.** **Nr. 6.**

Inhalt: **Schröter**, Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton). — **Schreiber**, Ueber die physiologischen Bedingungen der endogenen Sporenbildung bei *Bacillus anthracis, subtilis* und *tumescens*. — **Gräfin M. v. Linden**, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen (Schluss). — **Brandt**, Ueber den Bart der Mannweiber (Viragines). — **Brandes**, Nachträgliche Bemerkung zu meiner Notiz über die Entwicklung von *Ascaris lumbricoides*. — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**: Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. **Wiesner**, Zur Physiologie von *Taeniophyllum Zollingeri*.

Dr. C. Schröter, Die Schwebeflora unserer Seen (das Phytoplankton).

Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1897.

Wer auch nur einmal in das Leben der Mikroorganismen unserer Seen hineingeschaut hat, der bleibt gefangen von den ungeahnten Reizen, welche die Biologie der Süßwasserseen eröffnet — der bewundert die neue Lebensbühne, deren Vorhang sich gelüftet und deren Vorführungen er studiert.

Schröter tritt in den Kreis der Seeforscher nicht nur mit Begeisterung sondern mit einer wohlgeübten Beobachtungsgabe, welche allein im Stande ist, so viele voreilige Schlüsse richtig zu stellen oder sogar ganz aufzuheben.

Dass bisher viele Resultate voreilig als festbegründet angegeben wurden, das bezweifelt niemand, der sich auch nur einigermaßen mit Seestudien befasst hat, und die Arbeit von Schröter beweist es zur Genüge. Der erste Teil des Neujahrsblattes macht mit verschiedenen Begriffen des Seestudiums bekannt. See, Teich und Sumpf unterscheidet Schröter durch die Vegetation. Die Sumpfpflanzen ragen mit den Vegetationsorganen über die Wasseroberfläche empor, während bei den Wasserpflanzen diese Organe fehlen. Wo nur die erstern wachsen, das nennen wir Sumpf. Dem Teiche fehlen „rein submerse“ Wasserpflanzen, ihm sind nur die „submersen mit Schwimmblättern“ und die „submersen mit emersen Blüten“ eigen.

Nach einer hübschen übersichtlichen Darstellung der „Lebensbezirke“, der Ufergestaltung und Vegetationsverhältnisse eines Sees teilt er die Seeflora in: 1. das Phyto-Benthos oder die Bodenflora,
2. das Pleuston oder Schwimmflora und
3. das Phyto-Plankton oder die Schwebeflora.

Das Phyto-Plankton scheidet er in:
das eu-limnetische, das bentho-limnetische,
das tycho-limnetische, das passive Plankton,
das Pseudoplankton und das parasitäre Plankton.

Für „Planktonorganismus" schlägt er die kurze Bezeichnung „Planktont" vor. Für das Verständnis der „Nährstoffmehrer und Nährstoffzehrer im Plankton" giebt Schröter folgende Uebersicht:

A. Chlorophyllhaltige Organismen:
a) Rein autotroph (holophytisch),
Diatomaceen.
Meiste (?) Chlorophyceen, Chrysomonadinen.
Meiste (?) Chlamydomonadinen.
Anthophyten.
b) Gemischte Ernährung,
α) autotroph und saprophytisch.
Spirogyra, *Zygnema* (tycholimnetisch),
Cyanophyceen.
Einige gelbe Flagellaten *(Ochromonas)*,
Chlorophyllhaltige Infusorien.
β) Autotroph und animalisch.
Chromulina.

B. Chlorophyllose Organismen:
a) Autotroph. Nitrifizierende Bakterien im Plankton nicht nachgewiesen.
b) Rein heterotroph.
α) Saprophytisch.
Pilze und Bakterien.
β) Animalisch.
Farblose Peridineen.
Chlorophyllfreie Tiere.

Von den Bestandteilen des Planktons fanden sich im Zürichsee:

1. Die Bakterien. Eine Tabelle stellt verschiedene bakteriologische Seeuntersuchungen zusammen mit folgenden Resultaten:
a) Offenes Seewasser zeigt nicht zu nahe am Ufer und am Grunde eine geringe Zahl von Keimen.
b) Grundschlamm ist reich an Bakterien.
c) Die Einwirkung der Tiefe lässt kein allgemein giltiges Gesetz erkennen.
d) Das Monatsmaximum fällt in die Zeit der Schneeschmelze.
e) Beziehungen der Bakterien zum übrigen Plankton sind noch nicht erkannt.
2. Spaltalgen.
a) *Clathrocystis aeruginosa* war im Herbste 1896 als stark entwickelte Wasserblüte auf den Zürichsee beobachtet.
b) *Anabaena flos aquae* im August und in der 2. Hälfte des Oktober 1886 im Zürichsee in Menge gefunden (Heuscher).
c) *Coelosphaerium Kützingianum* im Oktober und November im Zürichsee spärlich.

3. Peridineen.
   a) *Ceratium hirundinella*, das ganze Jahr im Plankton des Zürichsees. Schröter macht auf die große Variabilität dieser Alge aufmerksam.
   b) *Peridinium cinctum* im Zürichsee vom August bis November 1896.
   c) *Glenodinium pusillum.*
4. Diatomaceen.
   a) *Asterionella gracillima*, bei welcher Lokalrassen konstatiert wurden.
   b) *Fragilaria crotonensis* mit verschiedenen Varianten.
   c) Cyclotellen, von denen *Cyclotella comta* var. *quadrijuncta* Schröter den Zürichsee ziert.
   d) Melosiren.
   e) *Synedra delicatissima*, das ganze Jahr hindurch.
   f) *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*, im Zürichsee im Jahre 1896 in außerordentlicher Menge auftretend, ein Vorkommnis, welches das Zürichseeplankton so interessant macht. Auf dieser Diatomee fand er eine Chytridiacee, die er als *Phlyctidium Tabellariae* nov. spec. beschreibt.
5. Grünalgen.
   a) *Botryococcus Braunii.*
   b) *Pandorina Morum*, im Zürichsee vom März bis November.
   c) *Volvox*, von Heuscher einmal im Zürichsee beobachtet.

Er beschreibt auch die neue Varietät *Coelastrum cambricum* Archer var. *elegans* Schroeter vom Lago di Muzzano, sowie eine Grünalge aus der Familie der Palmellaceen, die im Zürichsee auftrat und die bisher noch nicht bestimmt werden konnte.

Der letzte Teil behandelt die Verbreitungsverhältnisse der Planktonorganismen. Hier bespricht Schröter das Auftreten von Lokalrassen, die qualitative Verschiedenheit verschiedener Teile eines und desselben Sees, die Formveränderung der Individuen im Laufe des Jahres und die quantitative Zusammensetzung des Planktons. „Saisonpolymorphismus", „Saisonrassenbildung", und wie noch viele andere unverstandene Punkte der Biologie von Süßwasserorganismen heißen mögen, machen die Reinkultur auch für dieses Gebiet absolut notwendig; sie allein wird viele Fragen entscheiden können. Eine vergleichsweise Zusammenstellung der Planktonzusammensetzung verschiedener Seen zu derselben Zeit ergab als Resultat, dass jeder See seine charakteristische Planktonflora aufwies. Den Schluss bildet das Kapitel über die Anpassungserscheinungen des Phytoplankton.

Eine hübsche Tafel giebt 92 Figuren der Planktonten, von denen die meisten Originalzeichnungen Schröter's sind. — Das Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft in Zürich soll populär und doch wissenschaftlich sein. Beiden Anforderungen ist Schröter gerecht geworden. Ich hoffe nur, dass dies als erste Mitteilungen über die Planktonstudien im Zürichsee aufzufassen sind und Schröter in einer späteren Arbeit die

Resultate seiner fortgesetzten Studien veröffentliche. Es fehlt noch so vieles in der Lebensgeschichte der einzelnen Planktonten, dass es nur zu begrüßen ist, wenn die Reihe der Planktologen sich vergrößert.

Hans Bachmann (Luzern).

NB. Ergänzungsweise sei noch beigefügt, dass auch der Vierwaldstättersee einer systematischen Beobachtung unterworfen ist. [30]

Oswald Schreiber, Ueber die physiologischen Bedingungen der endogenen Sporenbildung bei *Bacillus anthracis*, *subtilis* und *tumescens*.

Inaug.-Dissertat. Jena. Gustav Fischer. 1896. S. 34.

Unter Leitung von Prof. Klebs in Basel wurde dieser Beitrag zur Physiologie der Protobionten geleistet. Im ersten Teil bespricht der Verfasser allgemeine morphologische und physiologische Eigentümlichkeiten, wobei die äußerst umfangreiche Litteratur recht gut berücksichtigt wird. Die Experimente werden im zweiten Teil behandelt und zwar nach folgenden Punkten:

1. Einfluss der Nahrung. Von Nährstoffen mit unbestimmter chemischer Zusammensetzung erwiesen sich neutrales Pflaumendekokt als ungünstig, neutraler Heuauszug und neutrale 1proz. Liebig's Fleischextraktlösung als mittelmäßig und 1proz. Liebig's Fleischextraktlösung mit 1proz. Agar, ferner Kartoffeln als sehr günstig. Andere Versuche wurden mit Nährmedien von ganz bestimmter chemischer Zusammensetzung ausgeführt. N, C, H, O, K, Mg, P, S sind unbedingt notwendig. *Bacillus subtilis* kann außer Pepton noch Asparagin und weinsaures Ammoniak verarbeiten, *B. anthracis* und *tumescens* sind es nicht im Stande. Als Ausgangsmedium benützte er eine filtrierte, neutrale Lösung von 1 proz. Pepton, 0,1 proz. Kalium phosphoricum und 0,05 proz. Magnesium sulphuricum. Es wird dann das Verhalten der drei Bacillusspecies gegenüber Pepton, Traubenzucker, Maltose, Glyzerin, Kalium phosphoricum, Kalium nitricum, Magnesium sulfuricum, Natrium chloratum behandelt, wobei auch auf die verschiedene Konzentration Rücksicht genommen wurde. Eine geringe alkalische Reaktion befördert das Wachstum. Aber auch saure Reaktionen vermögen diese Bakterien nicht völlig zu unterdrücken.

2. Einfluss des Lichtes. Direkte Sonnenstrahlen hemmen die Entwicklung.

3. Einfluss der Temperatur. Optimum für *Bacillus anthracis* 34° C, für *Bacillus subtilis* und *tumescens* 30° C.

4. Einfluss des Sauerstoffes. Freier Sauerstoff ist eine spezifische Bedingung der Entwicklung dieser Bakterien.

5. Die Beziehungen des Wachstums zur Sporenbildung. Alle Momente, welche das Wachstum hemmen, befördern die Sporenbildung. Solche sind: Natrium carbonicum, Magnesium sulphuricum, Natrium chloratum, destilliertes Wasser, Kalium phosphoricum, Kalium nitricum, Glyzerin. Vorausgesetzt ist natürlich eine vorangehende genügende Ernährung. Wachstumsbefördernde Substanzen hindern die Sporenbildung. Nach des Verfassers Versuchen ist weder ein bestimmtes Alter

des Individuums, noch eine gewisse Zahl von Generationen zur Sporenbildung notwendig. — Dieser erste Versuch, auch die Bakterien in den Gesichtskreis der Klebs'schen Schule hineinzuziehen, hat sich bewährt und wird hoffentlich nicht ohne Anregung zu neuen Studien bleiben.

Hans Bachmann (Luzern). [29]

Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen.

Nach G. H. Th. Eimer.

Von Dr. Gräfin M. von Linden,
Z. Z. stellvertretender Assistent am zoologischen Institut der Universität Halle.

(Schluss.)

Was die Gesamtfärbung und die Gestalt der der *Podalirius*-Gruppe angehörenden Schmetterlinge betrifft, so finden wir die Neigung zur Umbildung der gelben Gesamtfärbung der Flügel in einen grünlichen Ton. Die Grünfärbung beginnt an den Flügelwinkeln und zeigt sich besonders häufig bei den amerikanischen Formen, wo auch die Flügel die Neigung haben, glashell zu werden. Ferner wird das ursprüngliche Gelb der Afterflecke und der Prachtbinde in Rot verwandelt. Bemerkenswert ist es ferner, dass an denselben Stellen, wo sich bei der asiatisch-europäisch-afrikanischen Linie blaue Färbung ausgebildet hat, solche auch bei Amerikanern auftritt (*Protesilaus*, *Telesilaus*). Auch für die Länge der Schwänze besteht eine bestimmte Entwicklungsrichtung. Während dieselben innerhalb der *Podalirius*-Gruppe länger werden, bilden sie sich bei höher stehenden Papilioniden fast bis zu völligem Schwinden zurück.

Beweisend für die Richtigkeit der auf Grund der Zeichnungsabänderungen abgeleiteten verwandtschaftlichen Beziehungen der Segelfalter ist die Thatsache, dass dieselben Umbildungen der Zeichnungselemente, welche die typischen Eigenschaften der Arten bilden, in ihren Anfängen für die Unterscheidung der Abarten maßgebend sind und sich zu allererst innerhalb der Stammform als individuelle Unterschiede geltend machen. So werden z. B. die Flügel des *Papilio-Podalirius-Podalirius* Eimer durch Fütterung der Raupe mit Kultur- und Gartenpflanzen (übrigens auch bei Aufzucht der Puppe in großer Wärme) fast durchsichtig und schuppenlos, dieselbe Erscheinung, welche bei den meisten südamerikanischen Gliedern der *Podalirius*-Gruppe (*Agesilaus*, *Protesilaus* und *Epidaus*) zu beobachten ist Bei dem algerischen *Podalirius Lotteri* Aust. verwandelt sich der orangegelbe Teil der Prachtbinde in rotgelb, gleichzeitig werden die Schwänze länger, die Binden IX und X des Hinterflügels verkürzen sich, ebenso der Stiel der Gabelzelle, lauter Eigenschaften, die in erhöhtem Maß die Wüstenform *Podalirius virgatus* kennzeichnen und bei den Amerikanern zu Artmerkmalen werden.

Auch die grünliche Färbung, welche bei weiter fortgeschrittenen *Podalirius*-Arten herrschend wird, zeigt sich schon in ihren Anfängen bei unserm Segelfalter, und zwar macht sie sich bei Faltern, die von Bonn stammen, besonders bemerkbar. Nicht selten finden sich bei *Podalirius - Podalirius* die Queradern im Vorderflügel zwischen Binde I und II III schwarz gefärbt, so dass dadurch eine Verbindung zwischen den beiden Binden hergestellt ist. Zuweilen wird dabei der äußere Rand der Binden II III dadurch gezackt, dass derselbe sich je mit einer Spitze in die Queradern des Zwischenraumes hineinzieht. Diese Zacken können sich bis zur äußeren Binde hinziehen, während diese im entgegengesetzten Sinn gezackt ist. So beginnt sich das Band zwischen Binde I und II III in kleine halbmondförmige Flecke aufzulösen, eine Entwicklungsrichtung, welche, wie wir sehen werden, in den anderen Gruppen der Papilioniden verbreitet und besonders für die *Machaon*-Gruppe charakteristisch ist.

Von diesen Thatsachen ausgehend gelangt Eimer zu Abstammungsbeziehungen, welche die Arten *Alebion Paphus* und *Glycerion* den Stammeltern der übrigen Glieder der *Podalirius*-Gruppe am nächsten stellen. Mit diesen drei Vertretern scheint *Podalirius* einen gemeinsamen Ursprung zu haben. Am nächsten verwandt mit den noch sehr ursprünglichen Formen, ohne jedoch dabei einen unmittelbaren Zusammenhang mit den jetzt lebenden zu postulieren, sind die amerikanischen Arten *Agesilaus*, *Protesilaus*, *Epidaus*, während *Bellerophon* und *Agestes* als die weitest fortgeschrittenen Formen des amerikanischen bezw. des europäischen Zweiges zu betrachten sind. Wahrscheinlich ist die Heimat der Segler in Asien zu suchen. Die ganze Entwicklung der Formen weist darauf hin, dass von hier aus sich eine Linie nach Europa und von da nach Nordafrika und Kleinasien, eine andere von Asien nach Amerika verbreitet hat.

Die Glieder der zweiten der *Antiphates*-Gruppe, gehören allein Ostindien an und schlagen in der Entwicklung ihrer Zeichnung zwei Richtungen ein, deren beide von der durch *Epaminondas* Oberth. dargestellten Grundform ausgehen und einerseits in *Euphrates-Antiphates*, andererseits in *Androcles Dorcus* auslaufen. Die Wege, welche die Zeichnung verfolgt, um zu Mustern zu führen, wie sie in der *Antiphates*-Gruppe auftreten, sind größtenteils schon in der *Podalirius*-Gruppe vorgezeichnet. Die Neigung zu grünlicher Färbung, das Schwinden der Binden von hinten nach vorne mit Ausnahme der Randbinden, die Verschmelzung von Binde II III und V VI, das Bestreben von Binde I sich mit II III und der letzteren sich mit V VI zu vereinigen, sind Entwicklungsrichtungen, welche für beide Reihen dieser Gruppe gleich wichtig werden. Auch das Verhalten des Prachtwinkels, der sich von hinten auflöst, wird schon bei einzelnen Papilionen der ersten Gruppe beobachtet (*Epidaus* Doubl. Her. *Neosilaus* Hoffer.) gewinnt aber hier noch größere Bedeutung. Dasselbe gilt für die in der *Antiphates*-Gruppe herrschend werdende Eigenschaft der Binden, sich zu verbreitern.

Neu ist für einzelne Arten das Verhalten der Randbinden im Hinterflügel, die sich in Bruchstücke und Flecke auflösen und teilweise zu schwinden scheinen, während bei der Reihe *Epaminondas-Euphrates-Antiphates* eine

neue breite Querbinde gebildet wird, die bei *Euphrates* Feld zu vollem Ausdruck kommt —.

Eine weitere Vereinfachung der Zeichnung, welche bei den Vertretern der *Antiphates*-Gruppe zu beobachten ist, äußert sich neben der Verkürzung und dem Zusammenfließen von bestimmten Binden auch darin, dass sich Prachtquerbinde und Afteraugenfleck bis auf Spuren zurückbilden. Dasselbe gilt für die blauen Halbmondflecke des Seitenrandes der Hinterflügel. Wie bei der *Podalirius*-Gruppe so hat Eimer auch bei den *Antiphates* beobachtet, dass die Abänderungen erst am Einzeltiere auftreten und, indem sie immer beständiger werden, schließlich zu Abart und Art führen.

Die *Antiphates*-Gruppe schließt sich nicht unmittelbar an die *Podalirius*-Gruppe an. Als Ausgangspunkt dieser Gruppe muss eine Art angesehen werden, welche mit *Epaminondas*, der einfachsten Form, soweit übereinstimmt, dass eine Fortsetzung der Binden IX, X und I, II, III, bis zum Hinterrande der Vorderflügel bestanden hat. Binde VII und VIII war bei dieser Grundform noch erhalten, V, VI ziemlich weit von II, III entfernt. Die breite Randbinde der Hinterflügel war im Beginn ihrer Bildung begriffen, während die ursprünglichen zwei Randbinden noch im Zusammenhang standen. Auf der Unterseite der Hinterflügel war wohl eine schwarz-rot-schwarze Binde erhalten. Daraus entwickelte sich, dadurch, dass sich die Binden an der Oberseite verkürzten oder schwanden und die neue breite Randbinde der Hinterflügel sich in Stücke oder Flecke trennte, das Rot der Prachtbinde schwand und ihr äußerer Schenkel in Flecke zerfiel, die *Epaminondas*-, *Euphrates*-, *Antiphates*-Reihe, während bei *Epaminondas*, *Androcles*, *Dorcus* Binde I, II, III und V, VI der Vorderflügel zuerst hinten, dann ganz verschmolz und VII und VIII verloren gingen.

Auch die *Leosthenes-Anticrates-Ajax*-Gruppe bringt in den Entwicklungsrichtungen der Zeichnung ihrer Vertreter in der Hauptsache eine Wiederholung desjenigen, was wir bei den beiden vorhergehenden Gruppen erwähnt haben. Ein Blick auf die Tafel zeigt, dass die wesentlichen Unterschiede in der Zeichnung beider Gruppen dadurch hervorgebracht werden, dass bei *Leosthenes-Anticrates-Ajax* das zur Regel wird, was bei den vorhergehenden Formen noch Ausnahme war.

Die Vertreter der *Anticrates*-Gruppe zeichnen sich durch großen Pigmentreichtum aus, vorzüglich die Reihe *Epaminondas*, *Androcles*, *Dorcus*, daher finden wir neben der Neigung der Binden, noch immer kürzer zu werden, das Bestreben derselben, sich zu verbreitern und zu verschmelzen. Binden II, III sind z. B. bei fast sämtlichen Gliedern der Gruppe fest verschmolzen. Der Zwischenraum von I und II, III ist so schmal, dass vielfach auch hier schon eine Vereinigung dieser Binden angedeutet ist. Bei einzelnen Arten wird das die Binden trennende Band dadurch, daß auf den Adern namentlich an der Flügelspitze dunkle Schuppen erscheinen, zuerst in elliptische, später in sichelförmige Flecke zerlegt. Man muss übrigens auch hier auf Grund einzelner Zeichnungsmerkmale zwei Untergruppen unterscheiden: die indo-australische und die amerikanische. Nur bei der ersten besteht z. B. die Neigung der Prachtbinde, sich in Flecke aufzulösen, was übrigens in ganz derselben Weise vor sich geht wie bei der *Antiphates*-Gruppe. Außerdem erreicht hier die Reduction des Afteraugenflecks einen größeren Umfang als bei den Amerikanern.

Bei den letzteren ist es dagegen eigentümlich, dass sich die Prachtbinde in der Weise zurückbildet, dass zuerst das Schwarz, dann das Rot von hinten nach vorne schwindet. Auch die Neigung der Binden der Vorderflügel, miteinander zu verschmelzen, geht bei den Amerikanern weiter als bei den Indo-Australiern, indem bisweilen sogar Binde VII und VI mit den Randbinden in Zusammenhang tritt.

Wichtig für beide Untergruppen ist die Eigentümlichkeit, welche weder bei *Podalirius* noch bei *Antiphates* beobachtet wurde, dass die dunkeln Schuppen der Zeichnung nicht schwarz sondern mehr oder weniger dunkelbraun erscheinen und sehr oft Kupferglanz tragen. Auf der Unterseite der Flügel zeichnet sich die Grundfarbe meist durch Atlasglanz aus.

In Bezug auf die Abstammung der *Leosthenes* - *Anticrates* - *Ajax* - Gruppe kommt Eimer zu dem Schluss, dass sowohl die Indoaustralier als auch die Amerikaner ihren Ausgangspunkt von einer *Podalirius*-ähnlichen Form genommen haben. Dieser Form am nächsten stehen unter den Amerikanern *Ajax* L. unter den Indoaustraliern *Leosthenes* Doubl. Der letztere hat wie *Podalirius* Binde VII verloren, außerdem noch Binde VI und gleicht in dieser Beziehung und auch im übrigen am meistem dem *Papilio Agesilaus*. Er bildet jedoch nicht die Stammform der Indoaustralier, sondern hat sich wohl früher von ihr abgezweigt. Dagegen, dass *Anticrates*, *Aristeus* Cram., *Hermocrates* Feld, *Aristeoides* Eimer und *Nomius* Esp. unmittelbar von einer *Epaminondas* Oberth. ähnlichen Form abstammen, spricht der Grad der Erhaltung der Prachtbinde bei den zuerst genannten Faltern. Es ist wahrscheinlicher, dass *Epaminondas* Oberth. wie *Anticrates* Doubl. von einer gemeinsamen Form abstammen, deren Ausgangspunkt eben eine *Podalirius*-ähnliche Form ist. Von derselben Stammform sind auch die Amerikaner abzuleiten, von denen ihr *Ajax* L. und *Xanticles* am nächsten stehen.

Auch hier stehen die geographischen Beziehungen der Formen in Uebereinstimmung mit denjenigen, welche sich aus der Zeichnung ableiten lassen. Unter den Indo-Australiern verbreitet sich die Hauptform *Anticrates* von Nordindien bis nach Australien, wo sich der verwandte *Leosthenes* findet, die übrigen Glieder der Untergruppe leben in Indien und auf den indischen Inseln. Die Amerikaner reichen von Nordamerika bis Venezuela, der nördlichste, *Ajax* L., wird in Panama durch *Xanticles* und in Venezuela durch *Arcesilaus* Luc. ersetzt. Eine besondere Entwicklung erfuhren, wie schon früher erwähnt, *Celadon* Luc. auf Cuba und Sinon auf Jamaica.

Die vierte, die *Ajax* - *Policenes* - Gruppe umfaßt eine Reihe von Arten, welche auf der innerhalb der Segelfalter höchsten Entwicklungsstufe angekommen sind. Die Grundfarbe ist vorherrschend grün geworden, während die Zeichnung im Allgemeinen eine viel größere Fläche des Flügels einnimmt, als es für alle vorhergehenden Gruppen der Fall war, wo immer nur einzelne besonders begünstigte Arten diese Eigentümlichkeit zeigten.

Diese Ausbreitung der Zeichnung auf Kosten der Grundfarben rührt einmal daher, dass sich die Binden verbreitern, und zweitens, dass die Adern ebenfalls in größerer Ausdehnung, als es bisher zu beobachten war, dunkle Schuppen tragen. So kommt eine Querzeichnung der Flügel zu Stande, wie sie andeutungsweise bei Abarten des *Podalirius* auf der Flügelspitze zu erkennen war. Die Verbreiterung der Binden bedingt aber gleichzeitig verschiedene Bindenverschmelzungen, z. B. II, III und IV, und ist bei *Rhesus* Boisd. besonders vollkommen. Bis auf einen kleinen Zwischenraum vereinigen sich auch die Binden:

V, VI mit II, III, IV. Ferner zeigen bei allen Arten die Binden VIII, IX und I, II, III die Neigung, sich nach hinten zu vereinigen. Bei *Colonna* Ward. ist das Ueberhandnehmen der Zeichnung soweit fortgeschritten, dass die Grundfarbe nur noch in Gestalt weniger Flecke vorhanden ist und die Zeichnung namentlich auf dem Hinterflügel die ganze Fläche bedeckt, so dass sogar die roten Afteraugenflecke schwinden. Auch hier ein Streben nach Vereinfachung.

Auf der Unterseite der Flügel kommt besonders bei *Antheus* Cram., *Colonna* Ward. und *Policenes* Cram. eine Fleckenzeichnung vor, die sich zu Querstreifung und schließlich zu Einfarbigkeit umbildet. Die Oberseite geht auch hier in ihren Veränderungen der Unterseite voran. Die beiden Entwicklungsreihen, in welche diese Gruppe zerfällt, unterscheiden sich vorzüglich darin, dass es bei *Ajax* L., *Philolaus* Boisd. wohl zu einer Verbreiterung der Binden, jedoch zu keiner Fleckenzeichnung oder Querstreifung kommt wie bei *Policenes* Cram. und *Colonna* Ward.

Was die verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten dieser Gruppe betrifft, so ist es wahrscheinlich, dass *Philolaus* Boisd., der die ursprünglichste Form der Reihe darstellt, trotzdem dass er Eigenschaften, die in der Entwicklungsrichtung *Ajax*-*Walshii* Edw.-*Marcellus* Edw. (Sommerform von *Ajax* L.) liegen zu weiterer Ausbildung bringt, von einer ursprünglicheren Form als *Ajax* selbst abstammt. *Rhesus* Boisd. scheint unmittelbar mit *Ajax* L. verwandt, dem widerspricht indessen die Heimat des *Rhesus* Boisd., Celebes. Möglicherweise ist er von einer *Leosthenes* Doubl., *Hermocrates* Feld., *Nomius* Esp. oder *Aritheus* Cram. ähnlichen Form abzuleiten und bildet eine Parallelform zu den Amerikanern.

Leichter ist es, die afrikanischen Arten der *Ajax-Policenes*-Gruppe zu den amerikanischen in Beziehung zu bringen. So muss wohl der westafrikanische *Policenes* von einer *Philolaus*-ähnlichen Form abgeleitet werden und von ihm wieder *Antheus Evombaroides* und der Madagassische *Evombar*. Bei *Colonna* ist es zweifelhaft, ob er von einer *Policenes* oder *Philolaus* ähnlichen Form abstamme. Fasst man seine Verbreitung und seine Beziehung zu verwandten Formen ins Auge, so läßt sich annehmen, dass *Colonna* und der ihm nah stehende *Parthaon* nicht von *Policenes* sondern von einer ihm gemeinsamen Urform entspringe, welche ihrerseits auf eine *Philolaus*-ähnliche Form zurückführt.

Mit der *Ajax Policenes*-Gruppe schließt die Reihe der Segelfalter ab. Wenn auch der Zusammenhang mit der einfachen *Podalirius*-Zeichnung bis zuletzt immer noch zu erkennen ist, so sehen wir doch, dass sich die Falter mehr und mehr von ihrer Stammform entfernen und schließlich ein Aussehen gewinnen, welches lebhaft an das der Schwalbenschwänze erinnert.

Entwicklungsrichtungen der Zeichnung innerhalb der drei Gruppen der Schwalbenschwänze.

Die ursprünglichsten Schwalbenschwänze sind gegenüber den ursprünglichsten Seglern weit vorgeschritten. Der Stammform der Schwalbenschwänze am nächsten steht *Eurymedon* Boisd., er gleicht unter den Seglern am meisten dem *Leosthenes* Doubl., *Nomius* Esp. und *Aristeus* Cram., lauter Vertreter der dritten Gruppe. Da er jedoch in keinem unmittelbaren verwandtschaftlichen Verhältnis

mit diesen Faltern steht, so beweist seine Zeichnung, wie auf dem Weg unabhängiger Entwicklungsgleichheit vollkommen ähnliche Entwicklungsrichtungen eingeschlagen werden. Angedeutete Trennungslinien von Binden, die im Verschmelzen begriffen sind (zwischen II, III) auf Vorder- und Hinterflügel, Ueberreste von Zeichnungselementen, von Bindenverlängerungen nach dem Hinterrand, welche für die *Podalirius*-Gruppe charakteristisch waren und auch bei den den Schwalbenschwänzen zunächst stehenden Formen noch zu sehen sind, lassen auf das deutlichste erkennen, dass es sich beim Zustandekommen der *Eurymedon*-Zeichnung um dieselben Vorgänge handelt wie bei der Umbildung der Seglerzeichnung. Es erstrecken sich die Verwachsungen und Bindenverbreiterungen bei beiden Gruppen im wesentlichen auf die gleichen Binden. Eine neue Eigenschaft und damit der Beginn einer neuen Entwicklungsrichtung zeigt *Eurymedon* in der schwarzen Umgrenzung der Mittelzelle auf den Hinterflügeln. Diese Umgrenzung der Mittelzelle ist in der ganzen Reihe der Schwalbenschwänze zu verfolgen und wird, indem sie oben und unten schwindet, in der Mitte aber bestehen bleibt, zu einer kennzeichnenden C-Zeichnung oder bildet einen schwarzen Strich im Binnenraum der Hinterflügel (vergl. *Turnus* und *Machaon*). Ein ähnliche Umgrenzung des äußeren Randes der Mittelzelle beobachtet man bei *Protesilaus* auf der Unterseite der Flügel in roter Farbe.

Papilio Eurymedon L. ist ein Glied der *Turnus*-Gruppe, welche mit Ausnahme des ziemlich abweichenden *Papilio Alexanor* Esp. aus Südeuropa und Kleinasien über Nordamerika verbreitet ist. Er hat, wie schon erwähnt, die ursprünglichsten Eigenschaften unter den Vertretern dieser Gruppe. Nur in Bezug auf die an der Oberseite der Vorderflügel schon vollzogene Verschmelzung der Binden II, III ist er weiter entwickelt als die übrigen (Heterepistasie). Auf der Flügelunterseite ist dagegen die Trennung der Binde noch deutlich.

Im allgemeinen lässt sich bei den *Turnus*-Arten wie auch bei den meisten Seglern eine Verbreiterung der Randbinden des Hinterflügels beobachten. Charakteristisch für die Gruppe ist die Vereinigung der Binden IX und X, XI am inneren Rand der Hinterflügel, so dass auf Ober- und Unterseite eine W-Zeichnung entsteht. Bei den Segelfaltern verbinden sich dagegen nur die Binden IX und X, wodurch eine O-Zeichnung zu stande kommt. Sowohl bei *Turnus* als auch bei *Machaon* und den meisten *Asterias* unter den Schwalbenschwänzen verbinden sich am Vorderrand der Vorderflügel die Binden II, III und IV in querer Richtung. Die eigentümliche Gestaltung des Verbindungsstranges bedingt eine Ankerzeichnung. Ein Zeichnungscharakter, der bei den Seglern in der *Antiphates*-Gruppe zum ersten Mal auftritt und sich in der Anhäufung orangefarbener Schuppen in den hinteren Zellen der Hinterflügel geltend macht und zwar vor der

innern schwarzen Umgrenzung der Randbinden, kommt beim Männchen von *Papilio Turnus* L. wieder zum Ausdruck. Diese Flecke befinden sich zuerst nur auf der Unterseite der Hinterflügel und spielen bei der *Machaon*- und besonders bei der *Asterias*-Gruppe eine große Rolle. Bei höheren Formen erscheinen diese Flecke auch auf der Oberseite der Flügel (*Hellanichus* Hew., *Calverleyi* Grote, *Zolicaon* Boisd.). Diese Flecke sind zuerst gelb und werden später orangerot, erleiden damit dieselben Veränderungen wie der Afteraugenfleck und die Prachtbinde bei den Seglern. In dem Afteraugenfleck tritt beim Männchen von *Papilio Daunus* Boisd. ein schwarzer Punkt auf, eine Eigentümlichkeit, welche bei mehreren *Machaon*-Formen vorkommt und für *Asterias* charakteristisch wird. Wie bei den höheren Segelfaltern so bildet sich auch schon bei den Gliedern der *Turnus*-Gruppe in verschiedenem Grade dunkle Beschuppung auf den Queradern der Vorderflügel aus, zuerst an der Spitze, später auch im Bereiche der Mittelzelle.

Eine merkwürdige theoretisch hochwichtige Umbildung findet sich in der Abart des weiblichen *Papilio Turnus* var. *Glaucus* L. Ihrem ganzen Aussehen nach steht die Form näher der *Asterias*- als der *Turnus*-Gruppe. Da sie jedoch in Nordamerika neben den normalen Weibchen aus bis jetzt unbekannten Ursachen plötzlich entstanden ist, d. h. ohne dass sie mit der Grundform durch Uebergänge verbunden wäre, so kann hier nur eine sprungweise Entwicklung angenommen werden (Halmatogenesis).

In ihrer Zeichnung steht diese interessante Form zwischen *Papilio Asterias* Cram. und *Papilio Troilus* L. Die Grundfärbung ist bei ihr nur noch in gelben und roten Flecken zwischen den verschmolzenen Binden sichtbar, sonst ist der Falter mit Ausnahme der gelben Randkerben, des Afteraugenflecks und endlich der blauen Flecke der inneren Binde, oben mattschwarz. Unten ist er heller graubräunlich, hier treten aber die schwarzen Zeichnungen des gewöhnlichen *Turnus* deutlich hervor, wie auch auf der Oberseite der Vorderflügel der Außenrand der Mittelzelle schwarz, in der Mitte als Fleck erscheint. Unten sind die äußeren Randflecke wie bei Gliedern der *Asterias*-Gruppe teilweise orangerot gefärbt, und wie dort erscheinen außerdem orangerote Flecke im hinteren Flügelwinkel in einzelnen Zellen vor der inneren Umgrenzung der blauen Randbinde.

In der zweiten, der *Machaon*-Gruppe, beobachten wir wie bei der *Ajax Policenes*-Gruppe der Segelfalter, dass die Längsstreifung in Fleckung übergeht. Die Binden innerhalb der Mittelzelle überschreiten die Medianader nicht mehr, Binden IX, X, XI auf dem Vorderflügel und X, XI auf dem Hinterflügel sind in einem großen Flügelwinkelfleck verschmolzen. Dieser Fleck hat die Neigung, sich immer mehr nach dem Binnenraum des Flügels zu verbreitern,

wie wir aus dem Vergleich des *Machaon aestivus* Eimer mit *Papilio Machaon Hippokrates* Felder aus Japan ersehen können. Außerdem verbreitern sich, wie bei den Seglern schon beobachtet worden ist, die Randbinden auf Vorder- und Hinterflügel. Dadurch, dass auch die Adern der Flügel ausgiebiger schwarz bestäubt werden, entsteht auf Vorder- und Hinterflügel eine mehr oder weniger deutliche quergerichtete Zeichnung. Besonders auffällig wird dieselbe bei *Xuthus* L. und *Xuthulus* Brem. Die bei *Turnus* in ihren Anfängen aufgetretene C- und Ankerzeichnung ist bei *Machaon* noch verstärkt, dasselbe gilt von dem dunkeln Fleck im Afterauge des Hinterflügels. Als neue Eigenschaft erscheint in der Gabelzelle hinter der Ankerzeichnung oberseits ein schwarzer Punkt oder Fleck zuweilen mit hellerer Mitte, der „Gabelzellenfleck". Er bildet ein Artkennzeichen für sämtliche Glieder der *Machaon*-Gruppe. Zuweilen erscheint an seiner Stelle bei Abartungen in der ersten Seitenrandzelle ein kleiner Punkt, der „Seitenrandzellenfleck".

Das Vordringen der Zeichnung auf Kosten der Grundfarbe erreicht bei den Schwalbenschwänzen seinen Höhepunkt in der *Asterias*-Gruppe. Der hier fast allgemein verbreitete Melanismus lässt sich auf die schon bei *Machaon* begonnene Verbreiterung des Flügelwinkelflecks und der Randbinden zurückführen und innerhalb der Gruppe in dem verschiedensten Grade verfolgen, es bleiben schließlich nur noch wenige in bestimmten Flügelzellen liegende Flecke der Grundfarbe zurück.

Der *Machaon*-Charakter, den manche Glieder der *Asterias*-Gruppe verraten, drückt sich am schönsten im *Papilio Bairdii* Edw. aus, allein *Turnus* var. *Glaucus*, der dem *P. Asterias* und *Troilus* so nahe steht, legt die Vermutung nahe, ob nicht diese Arten auf *Turnus* statt auf *Machaon* zurückzuführen seien. Vielleicht liegen auch hier Aeußerungen unabhängiger Entwicklungsgleichheit vor.

Bemerkenswert ist, dass die Schwarzfärbung sowohl bei *Turnus Glaucus* als bei *P. Bairdii* vom Weibchen ausgeht und dass auch das letztere bei seiner Entwicklung mehrere Stufen überspringt.

Die Ankerzeichnung ist noch bei verschiedenen *Asterias*-Arten vorhanden. Der Augenkern hat, wie ich schon früher erwähnte, hier seine vollkommenste Ausbildung erreicht und bildet sich bei dem Männchen von *P. Calverleyi* Grote, wieder zurück.

Ich habe schon erwähnt, dass die *Turnus*-Gruppe als die Stammgruppe der Schwalbenschwänze zu betrachten sei. Durch *Papilio Eurymedon* zeigt sie Verbindungen mit den Segelfaltern, andererseits hängt sie mit der *Machaon*-Gruppe zusammen und scheint durch *Turnus Glaucus* selbst zu *Asterias* Beziehungen zu haben.

Die Arten der *Machaon*-Gruppe erstrecken sich über Nordamerika einerseits, Europa und Nordafrika, Kleinasien, Nordindien und Japan andererseits. Eine etwas abweichende Grenzform ist *Xuthus* L. und *Xuthulus* Brem. vom

Amurgebiet. Die Glieder der *Asterias*-Gruppe sind Nordamerikaner, nur einige Arten, wie *P. Asterioides* Reak. erstrecken sich bis nach Mexiko, andere, wie *P. Amerikus* Koll. und *Hellanichus* Hew. leben in Südamerika.

Auch sie stehen in morphologischer und wohl auch in phylogenetischer Verbindung mit den *Machaon* und durch *Turnus Glaucus* in morphologischer Beziehung mit den *Turnus*. Da aber auch die beiden ersten Gruppen mit einander gemeinschaftliche Beziehungen haben, so ist neben dem geographischen auch ein morphologischer und wahrscheinlich auch ein phylogenetischer Zusammenhang zwischen den drei Gruppen anzunehmen.

Ich habe am Anfang dieses Aufsatzes gesagt, dass sich Eimer in den beiden Teilen der „Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen" eine doppelte Aufgabe gestellt habe: einmal sollte das Werk neues Beweismaterial für die schon früher abgeleiteten Theorien enthalten und zweitens eine Grundlage abgeben für eine auf Blutsverwandtschaft beruhende Gruppierung der Papilioniden. Wird nun das Werk diesem doppelten Zwecke gerecht? Ich glaube, dass ich meine auf Grund eingehenden Studiums der Eimer'schen Ausführungen gewonnene Ansicht am besten zum Ausdruck bringe, wenn ich die Antwort Minot's auf vorstehende Frage bespreche. Demjenigen, der die Arbeit noch frisch in der Erinnerung hat, macht das Urteil Minot's, dass die Gruppen allein auf Grund der Zeichnungsmerkmale und der geographischen Verbreitung zusammengestellt seien, einen eigentümlichen Eindruck, da doch in den einzelnen Diagnosen auch andere morphologische Merkmale aufgeführt werden. Dessen ungeachtet erkennt Minot an, dass die Gruppen natürlich und die gegebene Beziehung der einzelnen Arten im Ganzen richtig seien. „Der Rest des Buches jedoch", sagt Minot weiter, „besteht aus einer Erklärung der Thatsachen und diese Erklärungen können nicht anders genannt werden als eine Reihe unbewiesener Annahmen und Hypothesen". Danach hätte somit das Eimer'sche Werk seinen ersten Zweck erfüllt, den zweiten aber gründlich verfehlt.

Wir wissen nun, dass Eimer bei Behandlung der Schmetterlinge von Gesetzen ausging, welche sich an andern Tiergruppen als richtig erwiesen hatten. Die systematische Anordnung der Schmetterlinge ist nichts anderes als der Ausdruck dieser auf die Schmetterlinge allerdings hypothetisch angewandten Gesetze. Meiner Ansicht nach ist es ein Widerspruch, wenn man sich mit einem auf bestimmte Gesetze gegründeten System einverstanden erklärt und auf der andern Seite behauptet, die Richtigkeit dieser Gesetze müsse erst bewiesen werden. Liegt nicht eben schon in dem von Minot zugestandenen natürlichem Zusammenhang der Arten Beweis genug für die Richtigkeit der Theorien, welche bei

der Zusammenstellung Voraussetzung waren? Minot verlangt einen Beweis für die Giltigkeit des Zeichnungsgesetzes. Für andere Tiergruppen ist ein solcher von Eimer u. a. gegeben worden und für die Schmetterlinge führt Minot den Beweis selbst, indem er die Gruppen natürliche nennt, in welchen sich längsgestreifte Formen zu fleckigen bezw. zu quergestreiften und einfarbigen umbilden. Ist die Richtigkeit der von Eimer angenommenen Beziehungen der Arten bewiesen oder anerkannt, so ist nach meiner Meinung alles bewiesen und anerkannt.

Ich glaube jedoch, dass hierfür die Beobachtung und Beschreibung der Arten, ihr individuelles Abändern, ihre Abartungen, welche entweder unter dem Einfluss des Klimas oder künstlicher Bedingungen erzielt werden, so wie sie in dem Eimer'schen Werk behandelt sind, die allerbeste Stütze ist. Auch Darwin, dessen Autorität Minot anerkennt, ist einen ganz ähnlichen Weg gegangen, um die genetischen Beziehungen zwischen der *Columba livia* und unsern zahmen Taubenrassen festzustellen. Gerade der Umstand, dass bei unsern Tauben häufig Teile der Zeichnung der *Columba livia* wiederkehren, war ihm Beweis für deren Zusammengehörigkeit, obwohl in der Bildung des Schädels, fleischiger Anhänge am Kopf etc. große Unterschiede bestehen. Wenn Minot endlich behauptet, die in den Schmetterlingen aufgestellten Theorien bestünden nicht aus einer Reihe von Thatsachen, sondern wären im Gegenteil eine Sammlung willkürlicher Behauptungen, so möchte ich dagegen sagen, dass viel eher die Fülle der als Beweismaterial zusammengestellten Thatsachen zu groß ist, um ohne Mühe gelesen und gewürdigt zu werden.

Innerhalb der übrigen Tiergruppen, deren Zeichnung eingehenderen Studien unterworfen wurde, bildete die ontogenetische Entwicklung derselben einen wertvollen Prüfstein für die Richtigkeit der für die Phylogenie abgeleiteten Zeichnungsgesetze. Sollte sich nun während der Puppenruhe auf dem Schmetterlingsflügel nicht vielleicht eine ähnliche Folge von Zeichnungsmustern beobachten lassen, welche zu phylogenetischen Schlüssen verwertbar würde oder solche bestätigen könnte? Schäffer[1]) war schon vor Jahren mit der Lösung dieser Frage beschäftigt gewesen, ohne jedoch seine Erwartungen vollkommen befriedigt zu sehen. Größere Bedeutung haben die Untersuchungen van Bemmelen's[2]), der bei Vanessen auf einer bestimmten Stufe ihrer Puppen-Entwicklung vorübergehende Zeichnungsmerkmale fand, welche zu einer gewissen Zeit allen Vanessen eigen sind und deren gemeinsamen Ursprung verraten. Auch ich bin durch

1) Schäffer, Zoologische Jahrbücher, 3. Bd., 4. Heft.

2) van Bemmelen, Ueber die Entwicklung der Farben und Adern auf den Schmetterlingsflügeln. Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereniging, 2. Serie, Deel II, Aplevering 4.

meine Untersuchungen an verschiedenen Schmetterlingen, von denen hier nur die von *Papilio Podalirius* und *Machaon* erwähnt werden sollen, zu der Ansicht gekommen, dass die Zeichnung des Schmetterlings keineswegs, wie Nrech[1]) z. B. behauptet gleich von Anfang an in voller Schärfe auftritt und konstant bleibt, ich habe vielmehr bei den beiden genannten Formen beobachtet, dass die Zeichnung ganz ähnliche Wandlungen innerhalb der Puppe durchmachen muss wie sie Eimer für ihre Phylogenie beschrieben hat.

Die ersten Anfänge einer Zeichnung beobachtet man auf dem Flügel der Wintergeneration von *Papilio Podalirius* ungefähr 5 Tage vor dem Ausschlüpfen des Falters, auch wenn sich die Puppen im warmen Zimmer befinden, vollzieht sich die Entwicklung niemals schneller. Beide Flügelpaare sind zu diesem Zeitpunkt gleichmäßig gelbrot gefärbt. Der Hinterflügel wird zuerst differenziert, indem ein gelber Punkt an Stelle des späteren Afteraugenflecks auftritt. In Bezug auf Entwicklung der schwarzen Zeichnung schreitet — im Anfang wenigstens — der Hinterflügel dem Vorderflügel nicht voran. Im Vorderflügel sind zuerst die Begrenzungsbinden der Discocellularadern sichtbar und zwar soweit dieselben im Bereich der Mittelzelle liegen. Es folgen die Binden VIII, IX, III, I, II. Die mittleren Teile der Binden erscheinen früher ausgefärbt als die Endstücke, die hinteren Teile früher als die vorderen. Die später verschmolzenen Binden V VI, II III sind getrennt angelegt, auch die Binde I macht den Eindruck, aus zwei ursprünglich getrennten Binden entstanden zu sein. Dies beweist, dass die Zeichnung unseres *Podalirius*, besonders wie sie sich in der Sommerform, bezw. auf den Flügeln in künstlicher Wärme gezogener Falter darstellt, in der That durch Verschmelzung bestimmter Binden allmählich entstanden ist; dasselbe gilt für die dunkeln Binden des Hinterflügels. Die Randbinden erscheinen auf dem Vorder- und Hinterflügel gleichzeitig. Später treten auf letzterem die Begrenzungen der Prachtbinde und die Wurzelbinden auf. Es sei hier bemerkt, dass durch den zackigen Verlauf der Randbinden zuerst zwei halbmondförmige Flecke von der Grundfarbe des Flügels an derselben Stelle gebildet werden, wo Eimer bei *Alebion* und *Glycerion* die Entstehung dieser Zeichnung beobachtet hat. Die das Prachtband nach innen begrenzende dunkle Binde legt sich zuweilen etwas früher an als die äußere, bleibt aber auch häufig in der Entwicklung zurück, so dass dann die äußere Binde mehr zur Geltung kommt. Der gelbe Teil der Prachtbinde, welcher bald nach Bildung des Afterfleckes sichtbar wird, erfährt ebenso wie der Afterfleck verschiedene Um-

1) Nrech, Beobachtungen über die verschiedenen Schuppenfarben und die zeitliche Succession ihres Auftretens (Farbenfelderung) auf den Puppenflügelchen von *Vanessa urticae* u. Co. Zoologischer Anzeiger, Nr. 380, 1891.

gestaltungen. Zuerst legt sich der gelbe Teil des Afterflecks und der Prachtbinde, letzterer als einfacher, länglich gestalteter Fleck am Vorderrand des Hinterflügels an. Der letztere verwandelt sich in einem späteren Stadium in ein bis zum Afterfleck reichendes Band. Die fortlaufende Verbindung wird jedoch später dadurch unterbrochen, dass die dunkeln Grenzstreifen breiter werden und die gelben Schuppen stellenweise verdecken. Trotzdem dass auf dem Hinterflügel die schwarzen Binden gleichzeitig und verhältnismäßig spät auftreten, ist er früher ausgefärbt als der Vorderflügel und macht in seiner Entwicklung größere Veränderungen durch als ersterer. Er zeigt überhaupt mehr eine fleckige als eine strichförmige Zeichnungsanlage. Auch dadurch, dass ein Verschmelzen der Binden im Hinterflügel in größerem Umfang stattfindet als im Vorderflügel, erscheint die Zeichnung desselben mehr fortgeschritten. Verschiedene dieser Eigentümlichkeiten mögen auf die abgeänderte Gestalt der Hinterflügel zurückzuführen sein, immerhin rechtfertigt dieses Verhalten die Annahme einer postero-anterioren Entwicklung. Auch im übrigen werden die von Eimer auf phylogenetischem Weg gewonnenen Zeichnungsgesetze und die darauf gegründeten Schlüsse bestätigt.

Der fertigen *Podalirius*-Zeichnung geht eine mehrstreifige Form, wie sie phylogenetisch in *Alebion*, *Glycerion* und *Paphus* gegeben ist, voraus. Zu dieser Zeit hat der gelbe Teil der Prachtbinde auf dem Hinterflügel eine Ausdehnung wie sie bei *Glycerion* bleibend gegeben ist.

Die Entwicklung der Flügel in der Puppe von *Papilio Machaon* zeigt, dass hier eine phylogenetisch viel höher stehende Form vorliegt als in *Papilio Podalirius*. Viele Anfangsstufen der Entwicklung sind schon ausgefallen, und ehe noch dunkle Schuppen auf dem Puppenflügel auftreten, beobachten wir eine Musterung des Flügels, welche dadurch zu stande kommt, dass an manchen Stellen die Schuppen der Grundfarbe dichter stehen und dunkler gelbe Flecke erzeugen, als an andern. Diese Musterung des Flügels entspricht nahezu ganz der Zeichnung des fertigen Falters. Die Zeichnungsanlage von *P. Machaon* ist somit von Anfang an eine viel bestimmtere als bei *Podalirius* und ist mehr fleckig als strichförmig. Die Binden in der Mittelzelle des Vorderflügels, welche bei *Podalirius* zu allererst auftreten und sich längere Zeit hindurch, was Ton und Ausdehnung betrifft, an erster Stelle behaupten, sind bei *Machaon* entschieden zurückgebildet. Unter den günstigsten Bedingungen für Entwicklung stehen bei *Machaon* die Seitenrand- und Wurzelbinden. Obwohl durch die erste Flügelmusterung bei *Machaon* eine Verschmelzung gewisser Binden schon angedeutet ist, so unterscheidet sich der Falter insofern nicht von *Podalirius* als die dunkeln Schuppen

stets zuerst die Grenzen der Bänder und Flecken deutlich hervortreten lassen. Auch bei *Machaon* sind die hinteren Bindenteile früher ausgefärbt als die vorderen. Was die Aufeinanderfolge der Farben bei beiden Faltern betrifft, so finden wir zuerst Gelb, dann Orange, Purpur und endlich Schwarz.

Auch bei *Machaon* ist die rotgelbe Binde eine zeitlang durch getrennt stehende Flecke, später durch ein fortlaufendes Band bezeichnet, was erst sekundär durch das Auftreten dunkler Beschuppung unterbrochen und in seiner Ausdehnung reduziert wird. Die Entstehung des Bandes aus mehreren auf die verschiedenen Felder verteilten Flecken giebt eine Erklärung für die Art und Weise, wie sich die Binde bei den verschiedenen Endformen der Segelfalter und Schwalbenschwänze zurückbildet. Beide Vorgänge beruhen offenbar auf ähnlichen physiologischen Ursachen.

Eine Beschuppung der Flügelrippen oder Adern wird sowohl bei *Podalirius* als bei *Machaon* in den letzten Stadien der Puppenruhe beobachtet, erreicht aber bei *Machaon* eine viel größere Ausdehnung als bei *Podalirius*.

Es scheint mir von Interesse, noch besonders darauf zu verweisen, wie bei der Puppenentwicklung von *Machaon* verschiedene Eigenschaften in dessen Flügelzeichnung auftreten, die sich in der Phylogenie bei den Vertretern der *Turnus*-Gruppe wiederfinden. Die Binden II III sind z. B. bei den *Turnus* noch nicht fest verschmolzen, es besteht in der Mitte dieses Bindenkomplexes eine Trennungslinie, die, wie bei der *Machaon*-Puppe, besonders an der Flügelspitze verbreitert ist. Auch die Binden IX, X, XI verlaufen bei *Machaon* kurze Zeit, bei den *Turnus* beständig getrennt. Die rotgelbe Fleckenbinde auf der Unterseite des Hinterflügels ist noch ziemlich zusammenhängend, beim Weibchen ist dieselbe gelblicher, also ursprünglicher gefärbt als beim Männchen. In der *Machaon*-Gruppe erfährt diese Binde eine Reduktion und wird dunkler rotgelb. Denselben Veränderungen unterliegt diese Binde in der Puppenentwicklung von *Machaon*. Der Vorderrand des Flügels trägt, wie die noch nicht ausgefärbte *Machaon*-Puppe, wenig dunkle Beschuppung, und die Flügelrippen sind nur selten dunkel gefärbt. Die Fleckenreihe, welche die Binden I und II III trennt, ist bei den *Turnus*-Arten viel breiter als bei den Angehörigen der *Machaon*-Gruppe und entspricht darin der Zeichnung eines ziemlich jungen Puppenflügels. Selbst die Gestaltsveränderungen, welche diese Flecke in der Phylogenie erleiden, bis sie ihre endgiltige Form erlangt haben, bilden eine Parallele zu den Umwandlungen, welche die Flecke in der *Turnus-Machaon*-Gruppe durchmachen, zuerst sind dieselben viereckig, dann kreisrund, endlich halbmondförmig. Den Vertretern der *Turnus*-Gruppe fehlt ferner die schwarze Umrahmung der Mittelzelle im Hinterflügel, welche, wie Eimer beschreibt, bei *Machaon Sphyrus* Hübn.

als neue Eigenschaft auftritt. In der Puppenentwicklung von *Machaon* finden wir den Anfang dieser neuen Zeichnung auch erst gegen den Schluss der Puppenruhe.

Der junge *Machaon*-Flügel besitzt demnach eine Reihe von Eigenschaften, die für die *Turnus*-Gruppe bezeichnend sind und giebt somit in seiner ontogenetischen Entwicklung ebenso wie der Segelfalter ein getreues Bild der Umwandlungen, welche in der Stammesgeschichte der Arten ihren bleibenden Ausdruck finden.

Es wäre von großem Interesse, wenn derartige Untersuchungen über die Entwicklung der Zeichnung auf dem Puppenflügel auch bei den amerikanischen *Papilio*-Formen ausgeführt würden, um zu sehen, ob auch hier die nach Minot's Ansicht „haltlosen Eimer'schen Spekulationen" das Richtige getroffen haben. „If Prof. Eimer's claims are correct", sagt Minot, „his researches mark one of the great epochs of biological discovery". Wir haben gesehen, dass Minot diese Bedingung als nicht erfüllt betrachtet. Allein mit welchem Recht? Es wurde in den Schmetterlingen gezeigt, dass eine große Zahl von Veränderungen am Einzeltier durch die Einwirkung äußerer Einflüsse entstehen, dass diese Variationen denen in der Natur beobachteten gleich sind und wie diese bestimmte Richtungen einschlagen. Der Versuch bestätigt ferner, dass sich die durch organisches Wachsen entstandenen Abänderungen auf die Nachkommen vererben, und die Untersuchung ergiebt, dass die verschiedenen Stufen der Abänderung, welche in der Phylogenie als Artmerkmale erhalten sind, in der Ontogenie vorübergehend wiederkehren. Hypothesen, die wie die Eimer'schen in den Ergebnissen der Biogenese und im Experiment ihre Stütze finden, dürfen, meiner Ansicht nach, mit Recht den Anspruch auf Beachtung erheben, selbst wenn sie zu Theorieen führen, welche mit den heute meist vertretenen im Widerspruch stehen. [19]

Ueber den Bart der Mannweiber [Viragines][1]).

Von Dr. **Alexander Brandt**,
o. Professor der Zoologie in Charkow.

Weiber mit männlichem Haarwuchs an beiden Kieferbögen haben schon zu allen historischen Zeiten die Aufmerksamkeit ihrer Mitbürger auf sich gezogen; um so mehr, als sie keineswegs eine besonders seltene Anomalie darbieten. In der That ließe sich wohl schwerlich ein Zeitpunkt[2]) ausfindig machen, in welchem nicht mehrere bärtige

1) Als Fortsetzung zu dem Aufsatz „Ueber die sogen. Hundemenschen." Diese Zeitschr. Bd. XVII Nr. 5. — Wie ich während der Korrektur entdecke, ist mir im vorhergehenden Aufsatz ein neuer hübscher Fall eines Hundemenschen entschlüpft und zwar der Löwenknabe Stefan Bibrowski aus der Warschauer Umgegend, 4½ J. alt. Fr. L. Neugebauer, Kilka słów o mezkiem owlosienin u kobiet etc. Warszawa, 1897 (aus Gazeta Lekarska), S. 6, mit 2 Abbildungen.

2) Interessante historische Daten findet man bei M. Bartels, Einiges

Frauenzimmer sich als „noch nie dagewesene“ Phänomene zur Schau stellten. Auch für den gegenwärtigen Zeitpunkt z. B. können gleich in einem Atemzuge mehrere genannt werden, so die in vielen Zeitschriften abgebildete Amerikanerin Annie Jones, so eine Catalonierin, deren Namen mir nicht gegenwärtig, so eine Polin Marie Nekrassow, deren Beschreibung ich jüngst veröffentlichte[1]). Außer den genannten ziehen gewisslich noch so manche Andere von Jahrmarkt zu Jahrmarkt, während vielleicht eine noch größere Zahl ihre lästige Anomalie mittelst Rasiermesser, chemischer und anderweitiger Depilatoren zu verbergen oder auszumerzen weiß. Auch sind Fälle bekannt, in denen Viragines, ihr Geschlecht verleugnend, männliche Professionen, die militärische nicht ausgenommen, ergriffen.

In einer Zeit, in welcher Alles, was ehemals als bloßes Kuriosum oder Spiel der Natur bezeichnet wurde, zu einer wissenschaftlichen Beurteilung herausfordert, fesselt der Weiberbart mit Recht die Aufmerksamkeit der Forscher, welche wohl sämtlich geneigt sein dürften, dieser Anomalie eine phylogenetische Bedeutung zuzumessen. Ob Letztere in der Vergangenheit oder in der Zukunft liegt, ist diejenige Frage, welche hier erörtert werden soll und zwar im Zusammenhang mit der ihr so nahe stehenden allgemeineren Frage über den Ursprung und die Zukunft der menschlichen Behaarung überhaupt.

Darwin[2]) ist der Ansicht, dass die Männchen der Affen etc. „zuerst ihre Bärte durch geschlechtliche Zuchtwahl als Zieraten erhielten und in den meisten Fällen in gleichem oder nahezu gleichem Grade ihren Nachkommen beiderlei Geschlechts überlieferten. Wir wissen durch Eschricht, dass beim Menschen sowohl der weibliche, als auch der männliche Fötus im Gesichte mit vielen Haaren versehen ist, besonders rings um den Mund, und dies deutet darauf hin, dass wir von einem Urerzeuger abstammen, dessen beide Geschlechter mit Bärten versehen waren. Es scheint daher auf den ersten Blick wahrscheinlich zu sein, dass der Mann seinen Bart von einer sehr frühen Periode her behalten hat, während die Frau ihren Bart zu der nämlichen Zeit verloren hat, als ihr Körper beinahe vollständig von Haaren entblößt wurde“ (II, S. 333). ... Es liegt eine geringere Unwahrscheinlichkeit darin, dass die Männer der mit Bärten versehenen Rassen ihre Bärte von Urzeiten her behalten haben, als in Bezug auf die Haare am Körper; denn bei denjenigen Quadrumanen, bei welchen die Männchen einen größeren Bart haben als die Weibchen, ist derselbe vollständig nur zur Geschlechtsreife entwickelt und es können

über den Weiberbart in seiner kulturgeschichtlichen Bedeutung. Zeitschr. f. Ethnol., XIII, 1881, S. 255—280.

1) Eine Virago. Archiv f. pathol. Anatomie, 146. Bd., 1896, S. 532. (Auf S. 540, Z. 7 lese man Flaumhaar statt Frauenhaar.)

2) Die Abstammung des Menschen. Deutsch v. Carus. Stuttgart 1871, I S. 129, 180; II S. 330—336.

nur die späteren Entwicklungsstufen ausschließlich auf die Menschheit überliefert worden sein. Wir würden das erblicken, was wirklich der Fall ist, nämlich dass unsere männlichen Kinder, ehe sie zur Geschlechtsreife gelangen, ebenso der Bärte entbehren, wie unsere weiblichen Kinder. Auf der anderen Seite deutet die große Variabilität des Bartes innerhalb der Grenzen einer und derselben Rasse und bei verschiedenen Rassen darauf hin, dass Rückschlag in Thätigkeit getreten ist. Wie sich indessen die Sache verhalten mag, wir dürfen die Rolle nicht übersehen, welche die geschlechtliche Zuchtwahl während späterer Zeiten gespielt haben kann, denn wir wissen, dass bei Wilden die Männer der bartlosen Rassen sich unendliche Mühe geben, jedes einzelne Haar aus ihrem Gesichte als etwas Widerwärtiges auszureissen, während die Männer der bebärteten Rassen den größten Stolz in ihren Bart setzen. Ohne Zweifel nehmen die Frauen an diesen Gefühlen Teil, und wenn dies der Fall ist, so kann geschlechtliche Zuchtwahl kaum anders, als auch etwas im Verlaufe der späteren Zeiten bewirkt haben". Die von Darwin selbst betonte „äußerst verwickelte Natur des Gegenstandes" mag seine nicht ganz klare Darstellungsweise rechtfertigen. Ein Vergleich von Bd. I, S. 180 und Bd. II, S. 337 dürfte der Annahme von zweierlei Vorfahren das Wort reden: nämlich ältester, in beiden Geschlechtern bebärteter Urerzeuger und jüngerer, affenähnlicher, welche letztere im männlichen Geschlecht den unterdessen verloren gegangenen Bart von neuem erhielten und ihn auf den Menschen erblich übertrugen. Mit dieser Deutung lässt sich allerdings schwer vereinbaren, was Darwin Bd. I, S. 21 sagt, nämlich, dass wir die wollige Bedeckung des menschlichen Fötus für den rudimentären Repräsentanten des ersten bleibenden Haarkleides bei denjenigen Säugetieren ansehen müssen, welche behaart geboren werden.

Die Vorstellung, welche ich mir von der Bedeutung der Viragines gemacht, dürfte mit diesen Ideen Darwins nicht im Widerspruch stehen, vorausgesetzt, dass ich dieselben nicht mißverstanden. Meine Vorstellung ergänzt diese Idee bloß dahin, dass sie die Ausbildung des rezenten menschlichen Bartes für noch nicht abgeschlossen erachtet und namentlich seine weitere Uebertragung auch auf das weibliche Geschlecht zu behaupten versucht. Im allgemeinen Teil einer Arbeit über männlich befiederte Vögel[1]) zog ich auch die Viragines als Beispiel der Arrhenoidie, der Männchenähnlichkeit heran. Wir können — so drückte ich mich daselbst aus — im Großen und Ganzen für die Summe der tierischen Wesen ein Streben nach Schmuck und Waffen annehmen, welches seit undenklichen Zeiten gewirkt und wohl noch zu wirken fortfährt. Dieses Streben äußert sich in beiden Ge-

1) Anatomisches und Allgemeines über die sogen. Hahnenfedrigkeit etc. Zeitschr. f. wiss. Zool., XLVIII, 1889, S. 101.

schlechtern in ungleichem Grade, beim Männchen stärker, beim Weibchen schwächer. Bei verhältnismäßig wenigen Vogelarten haben es Männchen und Weibchen zur gleichen Pracht des Gefieders gebracht; häufiger ist dasselbe beim Weibchen weniger leuchtend oder selbst unansehnlich, mit dem infantilen übereinstimmend. Bei den Säugetieren sind es abermals die Männchen, welche in ihrem Streben nach Differenzierung der äußeren Merkmale, bei der Ausbildung von Geweihen, verlängerten Zähnen, Langhaaren (Bart, Mähne) voraneilen. Dass die Weibchen ihnen überhaupt nachfolgen, wird durch diejenigen Arten bewiesen, bei welchen der sonst als männlich geltende Schmuck auch beim Weibchen auftritt, sei es als Norm, sei es als Anomalie (hahnenfedrige Vogelweibchen, Viragines). In einer späteren Publikation[1]), welche den Versuch zu einer übersichtlichen Klassifikation der Variationsformen nach ihren Ursachen enthält, brachte ich die arrhenoiden Weibchen in der Kategorie der prophetischen Variationen unter, d. h. solcher, welche gemäß einer deutlich erkennbaren allgemeinen Entwicklungsrichtung dazu bestimmt zu sein scheinen, in mehr oder weniger ferner Zukunft normale Merkmale der betreffenden Art darzustellen. Beide soeben zitierten Publikationen gaben den Stoff zu einem populären Vortrage, in welchen ich im selben Sinne auf die Mannweiber zu sprechen komme. Nur von diesem Vortrage mit seiner naturgemäß bloß kursorischen Argumentation nahm J. v. Kennel[2]) Notiz zu kritischen Bemerkungen, deren Widerlegung im gegenwärtigen Aufsatz versucht werden soll. Kennel (S. 4) erklärt sich gegen die Auffassung, dass der Bart des Mannes ein nur bei diesem zur Ausbildung gebrachter sexueller Schmuck, dass die bärtigen Mannweiber prophetische Individuen, resp. Pionniere auf einem kommenden Generationen vorgezeichneten Entwicklungspfade seien. Mein Fehler liege im Zurückgehen auf den kindlichen Typus, in der Schlussfolgerung: „weil das menschliche Kind schwach behaart ist, so ist die stärkere Behaarung eine sekundäre Eigenschaft, in Bezug auf welche der Mann dem Weibe in dieser Entwicklungsrichtung vorausgeeilt, und dieses kommt ihm langsam nach". Nicht der kindliche, sondern der embryonale ist der Vorfahrentypus. „Würde in den kindlichen Eigenschaften die letzte Etappe der Stammesentwicklung repräsentiert, so müsste man daraus schließen, dass die unmittelbaren Vorfahren des Menschengeschlechts nicht nur so gut wie haarlos, sondern auch zahnlos gewesen seien, und der fünfte Backenzahn (Weisheitszahn) so wie die Anlage eines sechsten, nie zum Durchbruch kommenden, müsste man dann für

1) Ueber Variabilität der Tiere. Wien u. Leipzig. 8. 1892. 26 Seiten. In Kommission bei K. F. Köhler.

2) Studien über sexuellen Dimorphismus, Variation und verwandte Erscheinungen. Schr. d. Naturforscher-Ges. bei der Universität Jurjeff-Dorpat, IX, 1896.

allmählich entstehende, sich immer mehr befestigende, nicht aber rudimentäre Gebilde erklären. Daran denkt aber Niemand. Nicht das geborene Kind, sondern das mit Lanugo bedeckte ungeborene steht den Ahnenformen in Bezug auf Behaarung näher, und zeigt gerade dadurch, dass der Mensch sekundär eine früher starke Allgemeinbehaarung verloren hat . . . Auffallend kann es nur sein, dass sich an einzelnen Körperstellen . . . gerade an Orten, wo Säugetiere sonst schwach behaart sind, diese Integumentgebilde erhalten haben und sogar anscheinend in verstärktem Maße zur Entwicklung kamen . . . Es wäre möglich, dass bei dem allgemeinen Haarschwund im Stamme des Menschen gerade den hartnäckiger sich erhaltenden, stärkeren und fester eingewurzelten Haaren mit größeren Papillen der gewonnene Ueberschuss zu Gute kam und diese in Folge dessen sogar eine stärkere Ausbildung erlangen konnten. Jedenfalls kommen wir zu dem . . . Resultat, . . . dass der Mann in Bezug auf Behaarung der Stammform noch näher steht und deswegen die atavistische Behaarung vieler Körperregionen bei ihm leichter und öfter noch auftritt, während sich das Weib durch viel weiter gehende Degeneration der Integumentbildungen in höherem Maße von diesem Typus entfernt hat. Die gelegentlich vorkommenden bärtigen und stark behaarten Weiber sind dann ebenfalls als Rückschlagserscheinungen aufzufassen, so wie auch die Haarmenschen, nicht aber als solche, die in ihrer normalen Weiterentwicklung gleichsam der Jetztzeit vorausgeeilt sind und zeigen, wie das Weib später sein wird!" (S. 7.)

Die oben gegebenen Auszüge aus Darwin und Kennel zeugen, wenn ich nicht irre, von einer etwas unklaren, schwankenden Vorstellung über die phylogenetische Deutung des menschlichen fötalen Flaumhaares. Zur eigenen Belehrung stellte ich daher die Studien an, welche im vorhergehenden Artikel über die sog. Hundemenschen ihren Ausdruck gefunden. Daselbst hoffe ich mit genügender Beweiskraft dargelegt zu haben, dass das von Eschricht u. A. für den menschlichen Fötus beschriebene Wollhaar, welches auch den Vierfüßlern temporär zukommt, keineswegs deren bleibendem Haarkleid entsprechen kann und vielmehr ein bereits von den Ursäugern erlangtes Erbstück darstellt; während dem bleibenden Haarkleid der vierfüßigen Säugetiere die uns Menschen zukommende postembryonale, größtenteils sehr feine und seltene Behaarung entspricht. Von einer Deutung unseres Bartes als Ueberbleibsel des embryonalen Kieferbehanges kann erst vollends keine Rede sein, da letzterer ja schwindet und erst in den Pubertätsjahren durch einen neuen ersetzt wird. (Er verbleibt nur bei den Haarmenschen, bei welchen er aber keineswegs aus Pubertätshaar, sondern aus überbildeten fötalen Wollhaar besteht).

Darwin — und mit ihm auch Haeckel[1]) — sind geneigt anzu-

1) Anthropogenie, IV. Aufl., Leipzig 1891, Bd. II, S. 636.

nehmen, „dass der Mensch oder vielmehr ursprünglich die Frau ihr Haarkleid zu ornamentalen Zwecken verlor . . . Wir wissen, dass die Gesichter mehrerer Species von Affen und große Flächen am hintern Teile des Körpers bei anderen Spezies von Haaren entblößt worden sind; und dies können wir getrost geschlechtlicher Zuchtwahl zuschreiben, denn diese Flächen sind lebhaft gefärbt . . . Das Haar scheint in diesen Fällen . . . entfernt worden zu sein . . . . damit die Farbe der Haut vollständig entfaltet werden konnte“ (I, S. 129). Nun ergeht sich aber der Geschmack der gegenwärtigen, auch wilden Völker in solchen Extremen, dass Spekulationen über den Geschmack unserer vierhändigen Ahnen uns doch etwas gewagt erscheinen dürften. Zudem lässt die Analogie der nackten menschlichen Haut mit den lebhaft gefärbten Hautstellen mancher Affen Einiges zu wünschen übrig; denn außer den bei hellhäutigen Rassen hervortretenden roten Wangen entbehrt die menschliche Haut lebhaft gefärbter Stellen, welche sich auch während der Ontogenese nicht nachweisen lassen. Hierzu kommt noch, dass die lebhaft gefärbten, mehr oder weniger schwielig verdickten Hautpartien der Affen thatsächlich nackt sind, während unsere eigene Haut, mit alleiniger Ausnahme der Handflächen, Sohlen und des männlichen Gliedes, wenn auch meist rudimentär, so doch behaart ist. Die Denudation war für unsere pithecoiden Vorfahren mutmaßlich eine zu große Einbuße, welche sie den schädlichen atmosphärischen Einflüssen, wie brennende Sonnenstrahlen, Kälte und Nässe aussetzte, als dass sie von denselben durch Zuchtwahl hätte angestrebt werden können. Eine entgegengesetzte Zuchtrichtung wäre an sich wahrscheinlicher. Was nun aber die geschlechtliche Zuchtwahl anbetrifft, so möchte ein schlechter als die Uebrigen durch Haare geschützter Geselle eher die Missachtung als die Begierde ihm überlegener Gefährten herausgefordert haben. Ich halte es daher für wahrscheinlicher, dass das Rudimentärwerden des menschlichen Haarkleides durch eine unabwendbare innere, im Organismus selbst liegende Ursache, etwa als korrelative Abänderung, hervorgerufen wurde[1]). Diese äußerte sich in einer Depression der formativen Hautthätigkeit. In der That sehen wir die Letztere quantitativ und zeitlich herabgestimmt; wobei die kleinen Flaumhaare erst im späteren Alter die Kraft finden können weiter auszuwachsen, und dabei nicht einmal allerwärts, sondern meist nur an einzelnen Körperpartien und vorzüglich nur bei Männern. Ausnahmefälle, welche in einer Maturitäts- (d. h. postembryonalen) Hypertrichose bestehen, zeugen von einer gelegentlich sich früh restituierenden ursprüng-

1) Vielleicht war dies die größere Stoffausgabe für ein sich übermäßig ausbildendes, gleichfalls ektodermales Organ, das Gehirn, welche neben andern Gebilden (wie z. B. die Spitze des Blinddarms) auch die Haardecke zum Opfer fiel.

lichen Produktivität der Haut. Bei der allgemeinen Denudation der Hautdecke unserer Vorfahren mussten ganz naturgemäß solche Stellen geschont werden, wo den Haaren eine spezielle physiologische Aufgabe zukommt; so auf dem den diversen atmosphärischen Einflüssen beim aufrechten Gang zunächst ausgesetzten Scheitel, so in der Achselhöhle und auf dem Mons Veneris, wo die Haare als Walzen zur Verminderung der Friktion dienen[1]). Nur die sonst so hartnäckigen, weil funktionell wichtigen Tasthaare, welche selbst bei den sonst so schwach behaarten Robben vortrefflich ausgebildet, ja sogar bei den Embryonen der Wale noch rudimentär auftreten, unterlagen hingegen bei den Urmenschen dem Kampf der Teile im Organismus wohl deshalb, weil für sie Aequivalente in den Fingerspitzen geschaffen wurden. So sehen wir denn die Tasthaare beim Menschen nur ausnahmsweise atavistisch auftreten. Ich nehme hier Bezug auf folgende Worte Darwin's:

„Mr. Paget teilt mir mit, dass Personen, welche zu einer und derselben Familie gehören, oft in ihren Augenbrauen einzelne wenige Haare viel länger als die übrigen haben, so dass diese unbedeutende Eigentümlichkeit vererbt zu werden scheint. Diese Haare repräsentieren offenbar die Tasthaare, welche von vielen der niederen Tiere als Tastorgane gebraucht werden" (l. c. I, S. 20). Ferner denke ich hier auch an folgende von Bartels[2]) am 14jährigen Hundemenschen Fedor Jewtichjew gemachte Beobachtung. „Sehr eigentümlich sind zwei dicht beisammenstehende, in Schlangenlinien verlaufende Haare, welche von glänzend schwarzer Farbe und von der Konsistenz der Pferdehaare sind. Sie sind also dicker und dunkler als die Kopfhaare des Knaben. Sie entspringen am rechten unteren Augenlide zwischen den feinen Haaren, ohne dass die Hautstelle, welche sie trägt, irgendwie verdickt oder gefärbt erschiene".

Vom Pseudo-Bart des Fötus und dem des Hundemenschen, ferner von dem gewisser monströs frühreifer Individuen absehend, müssen wir hier nochmals das späte, mit der geschlechtlichen Maturität des Mannes verknüpfte Auftreten des Bartes betonen. Schon dieses stempelt ihn zu einem sekundären Geschlechtsmerkmal. Wäre der menschliche Bart ein Ueberbleibsel aus einer früheren Epoche, ein auf dem Aussterbeetat befindliches Gebilde, so würde er vermutlich früher auftreten, auch würde er sich nicht so bedeutend differenzieren, wie es in Wirklichkeit der Fall ist. Sollten daher die Pithecanthropiden es schon zu einer Art von Bart gebracht haben, so dürfte derselbe noch lange nicht eine solche Ueppigkeit wie bei den gegenwärtigen stark bebärteten Rassen erlangt haben, dabei aber, wie beim Menschen, sich erst mit dem Eintritt der Geschlechtsreife des Männchens eingestellt

1) S. Exner, Die Funktion der menschlichen Haare. Biolog. Centralbl., XVI, 1896, S. 449.

2) Ueber den Affenmenschen und den Bärenmenschen. Zeitschr. f. Ethnol., XVI, 1884, S. 108.

haben. Wäre dem Letzteren nicht so gewesen, so müsste sich der heutige Bart, wie soeben angedeutet, schon in der Kindheit, wenn nicht gar bereits im späteren Embryonalleben zeigen.

Der Beschaffenheit der ihn bildenden Haare nach ist der menschliche Bart nicht ohne Weiteres mit dem der Affen und einiger anderer Säugetiere als übereinstimmend zu betrachten. Er gehört vielmehr in die bei Säugetieren wenig verbreitete Kategorie der stärkeren Lang- oder Dauerhaare, wie Mähne und Schweif des Pferdes. Dauerhaare sind keinem periodischen, sondern einem nur gelegentlichen Wechsel unterworfen, zeichnen sich somit durch ein „unbegrenztes" Wachstum aus und erreichen daher gelegentlich eine überaus bedeutende Länge. Den Bart, wie ihn die Sage dem Kaiser Friedrich Barbarossa auf dem Kiffhäuser zuschreibt, fand man bei einem Zimmermann übertroffen, bei welchem der Bart eine Länge von 9 Fuß besaß, so dass er bis an die Erde und wieder zurück bis zur Mitte des Körpers reichte [1]). Gar über zwei Körperlängen (2,5 m) maß der Bart des 63jähr. L. Goulen [2]). Nicht übel ist auch der 1,70 m lange, bis an die Erde reichende Bart des 42 Jahre alten Herrn Büllersbach [3]), doch könnte er möglicherweise bei manchen unter uns, wenn wir unsere Bärte nicht ab und zu stutzten, seine Konkurrenten finden.

Das Haar lässt sich allerdings gewissermaßen als tote Masse, analog einem zelligen Drüsensekret ansehen, doch bildet es nichts destoweniger im Grunde ein streng geformtes Organ, welches in seiner Anlage und seinem Wachstum eine nicht unbedeutende Analogie mit einem Zahne zeigt. Wollen wir die einem häufigen Wechsel unterworfenen kurzen Säugetierhaare den Haut- und Kieferzähnen der polyphyodonten Wirbeltiere vergleichen, so dürfen wir wohl die Dauerhaare den bei gewissen Säugetieren vorkommenden Zähnen mit unbegrenztem Wachstum zur Seite stellen, wie den Stoßzähnen der Elephanten, den Schneidezähnen der Nager, den Hauern der Schweine, den oberen Eckzähnen des Walrosses. Wie zwischen den beiden Kategorien von Zähnen, so bestehen auch zwischen denen der Haare zahlreiche Uebergänge. Wurzellos bleibt ein Zahn mit unbegrenztem Wachstum beständig jung und lebensfrisch, mag er am freien Ende auch noch so abgenutzt sein. Aehnlich steht es auch mit den lang auswachsenden Haaren, welche ihre Langlebigkeit nicht allein einer geschwächten Produktion von Ersatzhaaren [4]), sondern auch einer be-

1) Eble B., Die Lehre von den Haaren in der gesamten organischen Natur. Wien 1831. 8. Bd. II. S. 36.

2) Illustrierte Zeitung, 1889, S. 140.

3) Virchow R., Mann mit Riesenbart. Zeitschr. f. Ethnol, XXIII, 1891, S. (261).

4) Haacke W., Lange Krallen und Haare als Erzeugnisse der Rückbildung durch Nichtgebrauch. Biol. Centralbl., XV, 1895, S. 238.

sonderen Lebensenergie der Papillen verdanken und mithin einer physiologisch und morphologisch höheren Ordnung angehören.

Ein so ausgeprägtes zur Ueberbildung hinneigendes Dauerhaar, wie es der Mensch in seinem Bart, besitzt wohl kaum noch ein anderes Säugetier, das Pferd [1]) und den männlichen Löwen nicht ausgenommen.

Als atavistische, nur noch beim Manne auftretende Gebilde, würden die menschlichen Barthaare wohl kaum so excellieren können, wie es thatsächlich der Fall ist. Aus welchen Ursachen dies geschieht, könnte vorläufig nur hypothetisch erörtert werden, wovon ich hier in größerem Maßstabe Abstand nehme. Wenige Worte seien mir dennoch gestattet. Wenn Kennel (S. 6) den verstärkten Bartwuchs des Menschen als eine kompensatorische Weiterbildung stärkerer und fester eingewurzelter Haare auf Kosten des sonst zurückgegangenen Haarkleides bezeichnet, so lässt sich dies ganz gut verteidigen. Man denke hierbei an die nur kurz behaarten aber mit um so mehr entwickelten Fühlhaaren ausgestatteten Robben, man denke an unsere Kahlköpfe, bei denen die ganze Wachstumsenergie der Kopfhaare in den Bart geflüchtet zu sein scheint. Man kann aber aus diesen Thatsachen auch neue Beweise für die Unabhängigkeit der Barthaare von der übrigen Behaarung und für ihre Tendenz zur weiteren Fortbildung, und mithin auch gegen ihre rudimentäre, atavistische Bedeutung, schöpfen.

Aus dem ungleichen Entwicklungsgrade, welchen der Bartwuchs bei verschiedenen Völkerschaften und Rassen darbietet, lassen sich für die uns interessierende Frage keine direkten Aufschlüsse gewinnen; denn variabel pflegen sowohl neuerworbene, und somit noch nicht hinlänglich fixierte, als auch nicht mehr genügend fixierte, in Rückschritt begriffene Organe zu sein. Zu den stark bebärteten Völkerschaften gehören solche Extreme, wie einerseits die Papuas und Australier, andererseits die Europäer, während zu den schwach behaarten z. B. die Hottentotten, Nigritier, Urbewohner von Amerika, Malaien, Mongolen etc. rechnen. Hieraus lässt sich kein Vers machen. Nur eine Erwägung mag bei dieser Gelegenheit zum Ausdruck gelangen, nämlich die, dass der Bart als im Verschwinden begriffenes Gebilde bei niedrig stehenden Rassen, namentlich in früheren Lebensperioden am besten ausgebildet sein müsste, was aber nicht der Fall ist.

Dem oben Ausgeführten gemäß neige ich entschieden zur Ansicht, dass der menschliche Bart ein progressierendes, sekundäres Geschlechtsmerkmal des Menschen darstellt, in dessen Besitz viele Völker nicht oder noch nicht getreten.

Die Entstehung der sexuellen Verschiedenheit der menschlichen Behaarung bedarf — wie auch einer der tüchtigsten Gewährsmänner,

1) Die Abbildung eines Pferdes mit langen schleppenartigen Schweif brachte vor nicht langer Zeit der von Deyrolle herausgegebene „Naturliste".

2) Atlas der menschl. und tier. Haare. Lahr 1884. fol. S. 106.

Waldeyer, betont — noch einer Erklärung, „da was bisher über diese Dinge vorgebracht ist, auch das von Darwin Gesagte nicht ausgenommen, nicht befriedigt". Wenn übrigens Waldeyer, nach dem Vorgange von Unna, hierbei den besten Aufschluss von einem eingehenden Studium des fötalen Haarkleides und Haarwuchses erwartet, so kann ich diese Hoffnung nach dem im gegenwärtigen und vorhergehenden Aufsatze Vorgebrachten nicht teilen, muss vielmehr selbst das infantile Alter inbezug auf die Behaarung als noch indifferent betrachten. Auch die Aeußerung von Waldeyer, die sexuelle Verschiedenheit in der Behaarung sei bei keinem Geschöpfe so ausgeprägt, wie beim Menschen, dürfte vielleicht nicht ausnahmslos zutreffen; wie einzelne nur im männlichen Geschlecht stark bemähnte Vierfüßler zeigen, so in erster Linie der Löwe, welchem außer einer Mähne noch eine Schwanzquaste zukommt.

Die sexuellen Verschiedenheiten in der Behaarung des Menschen werden gern überschätzt. Mit Recht schreibt G. Behrend: „Der Frauenbart ist ein keineswegs so seltenes Vorkommnis, als man allgemein anzunehmen pflegt, er wird nur deshalb so selten beobachtet, weil die Trägerinnen dieser Anomalie dieselbe nicht zur Schau tragen, sondern im stillen Kämmerlein und streng abgeschlossen von jedem spähenden Auge jedes Härchen, sobald es die Oberfläche der Haut überragt, sofort entfernen, ja ich persönlich kenne eine Anzahl von Damen, die sich im eigenen Gesicht alltäglich im Gebrauch des Rasiermessers üben, und schon manche Schöne stand wegen dieser Deformität in meiner Behandlung". Man sehe sich nur unsere junge Damenwelt in Gesellschaften und öffentlichen Versammlungen genauer an, und man wird sich leicht davon überzeugen, dass sehr viele von ihnen, mindestens 10%, sollte ich meinen, vielleicht auch bedeutend mehr, ein Schnurrbärtchen besitzen. In den meisten Fällen ist es allerdings nur kurz und flaumartig, und daher, namentlich bei Blondinen und helleren Brunetten, wenig auffällig. Nicht selten wird man entdecken, dass daran gerupft und geschoren worden. Nun kommen die älteren Frauen hinzu, welche noch mehr zur Bartbildung, namentlich nach dem Climax, hinneigen. Bei diesen pflegen die betreffenden Haare länger und dicker, selbst borstenartig wie in stärkeren männlichen Bärten zu werden, und nicht bloß als Schnurr-, sondern auch als Kinn- und Backenbart aufzutreten. Zu den überaus zahlreichen bekannten und auch Jedermann durch eigene Beobachtung zugänglichen Fällen dieser Art möchte ich noch einen hübschen hinzufügen. Bei einem sehr bekannten, kürzlich verstorbenen moskauer Kinderarzt Dr. P. sah ich das künstlerisch lebensgroß in Oel ausgeführte Bildnis seiner alten Mutter, einer schönen, würdevollen Matrone, deren Oberlippe und Kinn

1) Hypertrichosis. In: A. Eulenburg's Real-Encyclopädie der ges. Heilkunde, 1887, X.

einen dichten, aus grauen, einige Centimeter langen Haaren bestehenden Schnurr- und Kinnbart trugen. Von all solchen Fällen ließe sich wohl eine kontinuierliche Reihe von Uebergängen zu ausgesprochenen Viragines aufstellen.

Die beim Weibe vorkommenden verschiedenen Gradationen vom Nullbart mit seinen nur unter der Lupe sichtbaren gewöhnlichen Flaumhärchen bis zu einem prächtig nach männlichem Typus ausgebildeten lassen, an und für sich betrachtet, zwei einander diametral entgegenstehende Ansichten aufkommen. Der einen nach beruhte die Variabilität des Weiberbartes auf Rückschlagserscheinungen, resp. auf der Variabilität einer noch nicht völlig erloschenen Bildung, der anderen nach auf einer noch im Entstehen befindlichen Acquisition desselben. Wir hätten hier dieselbe Alternative, welche weiter oben bei Gelegenheit der Rassenunterschiede des männlichen Bartes betont wurde. Zu welcher von den beiden Ansichten ich hinneige, ist dem Leser bereits bekannt.

Um die erstere, von mir bekämpfte Ansicht zu verteidigen, musste man sich zunächst nach einem ontogenetischen Beweise dafür umsehen, dass die näheren, weiblichen Vorfahren des Menschen Bärte besaßen. Ein solcher Beweis ist, wie wir sahen, nicht einmal für die männlichen zu erbringen. Ist aber der männliche Bart ein später und dabei als Sexualschmuck progressierender Erwerb, so dürfte ihn das Weib jedenfalls nicht früher als der Mann erlangt haben. Hieraus folgt, dass man bei der Beurteilung unserer Frage sich mit größerer Zuversicht, als es bisher geschah, dem Ariadnefaden des biogenetischen Grundgesetzes anvertrauen darf. Was uns dieses hier diktiert, schreiben wir getrost in der natürlichen chronologischen Reihenfolge nieder — und erhalten ein richtiges, unverfälschtes Bild. Mag man bei diesen Betrachtungen weiter ausholen und mit den dem Menschen und den Quadrupeden gemeinsamen Urformen, den Promammalien beginnen, so könnte man allerdings sagen, die Ahnen des Menschen wären in beiden Geschlechtern bebärtet gewesen. Ihr Quasibart tritt aber ontogenetisch als vorübergehendes (nur bei den Hundemenschen als bleibendes) Gebilde auf. Dann kommt eine jahrelang andauernde bartlose Periode, welche erst mit der Pubertät ihr Ende erreicht. In diesem Lebensalter beginnt bei manchen Völkerschaften, und zwar nur beim Manne, ein Kieferbehang zu sprossen, welcher an Länge und Ueppigkeit im Tierreich seines Gleichen sucht. Die Summe dieser Thatsachen stempelt den menschlichen Bart zu einem spezifischen, ausgesprochen sekundären männlichen Geschlechtscharakter, resp. Sexualschmuck. Weibliche Individuen, denen ebenfalls ein mehr oder weniger angedeuteter oder selbst gut ausgebildeter Bart sprosst, gehören in die Kategorie arrhenoider Weibchen, gleich den hahnenfedrigen Vogelweibchen, gleich den ein Geweih aufsetzenden Hirschkühen. Genau in derselben Weise, wie

bei arrhenoiden Vierfüßlern und Vögeln, tritt auch das menschliche Weib am häufigsten mit dem Erlöschen der Geschlechtsthätigkeit in den Besitz der dem Manne zukommenden Charaktere und zudem meist in nur unvollkommenem Grade. Der auf einer früheren Entwicklungsstufe zum Abschluss kommende weibliche Organismus ist nicht im Stande alle der Species zugewiesenen Merkmale zu erringen, es sei denn, dass sich beim Wegfall der Ausgaben für die Geschlechtsthätigkeit ein Ueberschuss an Bildungsmaterial und Bildungsenergie einstellt. Gewisse an und für sich kräftiger, entwicklungsfähiger angelegte, sonst normale Weibchen können es aber bereits im kräftigen Alter, ja schon in der Jugend, zu arrhenoiden Merkmalen bringen[1]). Beim Menschen heißt man solche Weibchen, falls sie die sekundären männlichen Merkmale in ausgesprochener Weise erringen, Viragines. Ist der männliche Bart, so erwägen wir weiter, ein progressierendes, relativ erst unlängst, ja von manchen Völkerschaften so gut wie noch garnicht erworbenes Gebilde, so muss dies auch für den weiblichen Bart Geltung haben. Da ferner der weibliche Bart für gewöhnlich später als der männliche auftritt, so gestattet der Wortlaut des biogenetischen Grundgesetzes hieraus den Schluss, dass er beim Weibe auch phylogenetisch jüngeren Datums sein dürfte. Das bei den Vögeln so ausgesprochene Streben des Weibchens es dem Männchen in Schmuck und Waffen gleichzuthun, findet sein Analogon auch beim Menschen inbezug auf den haarigen Kieferbehang. Sind daher arrhenoide Säugetier- und Vogelweibchen prophetische Individuen, so werden es auch die menschlichen Viragines sein.

Unserem schönen Geschlecht, welches trotz seiner Gleichheitsbestrebungen den männlichen Bart bewundert, den eigenen verabscheut, bleibt der Trost, dass die Zahl der schwach und stark bebarteten Frauen nur ganz allmählich und unmerklich im Verlaufe von Jahrtausenden zunehmen dürfte. Ueber ihren künftigen Vollbart mögen sie sich ebenso wenig Gedanken machen wie über den Untergang der Welt. Unterdessen bleibt es unseren ingeheim bebärten Damen nach wie vor frei gestellt, mittels Rasiermesser, Elektrolyse und Cosmetica ihre Haut von den unliebsamen Auswüchsen zu säubern. Mit der Zeit aber kommt man vielleicht zur Einsicht, dass ein männlicher Bart eine Frau weniger verunstaltet als z. B. ein durch ein Schnürleib deformierter Brustkorb. Geschmack und Ansichten ändern sich ja nach Zeit und Ort. Die Ainomädchen von Japan lassen sich um den Mund herum und von hier in einem Strich fast bis zu den Ohren mit Russ tätowieren[2]) und erhalten dadurch eine Art Schnurrbart. Ob sich nicht in dieser Verzierung ein Bestreben der Weiber kundgiebt den

1) Dasselbe gilt, selbstredend auch für die zum Hermaphroditismus hinneigenden.

2) J. Batchelor, The Ainu of Japan. London 1892. S. 34.

Männern ähnlich zu werden? Die überreiche Behaarung der Ainomänner und ihre dominierende Stellung den Weibern gegenüber, mag letztere veranlasst haben, das stärkere Geschlecht zu imitieren.

Noch ein Trost bleibt der nicht bebärbeten (wie großen?) Majorität unserer Frauen: es könnte sich nämlich in meiner Argumentation ein Fehler eingeschlichen haben, der das Ergebnis null und nichtig macht. Es wäre von einem Verfasser vermessen sich über dergleichen erhaben zu wähnen; doch nur das Eine möchte ich mich unterfangen zu behaupten, nämlich dass der Fehler nicht da liegt, wo ihn Kennel sucht. Phylogenetischen Schlüssen auf ontogenetischer Grundlage drohen allerdings an allen Ecken und Enden offenbare und verborgene Klippen, welche auf einer nur allzuleicht vorkommenden Deutung von caenogenetischen Merkmalen als palingenetische beruhen. Das von Haeckel so schön ausgebaute biogenetische Grundgesetz — vielleicht bezeichnender die onto-phylogenetische Parallele — will mit großer Vor- und Umsicht angewandt sein; doch ihre Anwendbarkeit auch auf die postembryonale Lebensperiode darf schlechterdings nicht bezweifelt werden. Auf die sonst wohl allgemein anerkannte Künstlichkeit der Einteilung des Lebenszyklus in eine embryonale und postembryonale Periode kam ich bereits im vorhergehenden Artikel zu sprechen. Wer behaupten will, das Kind wäre phylogenetisch nicht maßgebend, muss zunächst die gerade am Kinde so prägnante Aeußerung des biogenetischen Grundgesetzes in atavistischen, in Rückschlagserscheinungen leugnen[1]), so z. B. die so häufig in Scene tretende Aehnlichkeit der Gesichtszüge eines Kindes anfangs mit den großelterlichen und dann den elterlichen, aus welchen sich erst später die rein individuellen Züge herausarbeiten. Um zu illustrieren, das Kind wäre für die Phylogenie nicht maßgebend, weist mein Opponent auf dessen Zahnlosigkeit hin, welche konsequenterweise dahin führen könnte, die unmittelbaren Vorfahren des Menschen für zahnlos zu erklären. Ganz recht, wir würden dies auch ohne Bedenken thun, wenn das Kind nicht thatsächlich seit einer frühen Embryonalperiode fürs ganze Leben mit Zahnanlagen versehen wäre und also auch bezahnt zur Welt käme. Seine gegen die der niederen Wirbeltiere numerisch reduzierten, qualitativ komplizierten und vervollkommneten Zähne brauchen zu ihrer vollen Ausbildung am proximalen Ende, und mithin auch zu ihrem Durchbruch, namentlich beim Menschen, recht viel Zeit. Eine solche langsame definitive Ausbildung des Gebisses, eines Produktes der zur äußeren Haut gehörigen Mundschleimhaut, stimmt ja besonders gut mit der unterdrückten, teils nur verlangsamten Ausbildung des Haarkleides überein und entscheidet nicht im geringsten über die Verwendbarkeit oder Nichtverwendbarkeit postembryonal auftretender Eigenschaften.

1) Ueber den Atavismus als Spezialfall des biogenetischen Grundgesetzes s. den Artikel „Ueber Variabilität" l. c. S. 20.

Ich wage kaum zu hoffen, dass meine Auseinandersetzungen Kennel befriedigen und überzeugen werden; geht er doch so weit, Schmuck und Waffen männlicher und hahnenfedriger weiblicher Vögel, ja das Geweih der männlichen Hirsche, für Rückschlagsbildungen zu erklären. Ueber alle diese männlichen Vorzüge hätten ehemals beide Geschlechter ohne Ausnahme verfügt; die Männchen hätten sie behalten, während die Weibchen bis auf den kindlichen Typus zurückgegangen seien. Wo wären denn aber hierzu die Belege, namentlich aus der embryonalen, für den Verfasser allein phylogenetisch maßgebenden Entwicklungsperiode? Ich müsste gar zu weit ausholen, um hier das zu widerlegen, was übrigens wohl auch sonst schwerlich auf Beistimmung rechnen kann. Ueber das Geweih der Hirsche, namentlich das des Rentiers, in phylogenetischer Beziehung habe ich übrigens einen kleinen Aufsatz in Arbeit, in welchem auch die Kennel'sche Hypothese berücksichtigt werden soll. Im übrigen nimmt der allgemeine Teil meiner, wie erwähnt, von Kennel nicht zitierten Abhandlung über die Hahnenfedrigkeit bereits die Einwände vorweg, welche ich gegen ihn ins Feld führen könnte. Daselbst sind die Erscheinungen des sexuellen Dimorphismus in ihrer Beziehung zur Männchenähnlichkeit, Weibchenähnlichkeit und Kindesähnlichkeit (Arrhenoidie, Thelyidie und Paedidie) nach Beispielen aus verschiedenen Tierklassen auf möglichst breiter Basis besprochen.

Nachträgliche Bemerkung zu meiner Notiz über die Entwicklung von Ascaris lumbricoides.

Biol. Centralblatt, Bd. XVI, Nr. 23.

Da ich höre, dass mein kleiner Aufsatz über die Entwicklung von Ascaris lumbricoides missverstanden worden ist, so erkläre ich ausdrücklich, dass mein darin ausgesprochener Vorwurf nur gegen die allgemeinen zoologischen und medizinischen Lehrbücher, nicht gegen die parasitischen Specialwerke gerichtet war. Auch füge ich noch hinzu, dass sich möglicherweise in dem einen oder anderen allgemeinen Lehrbuche eine richtige Darstellung findet, die mir entgangen ist.

Napoli, Stas. zool. im Febr. 1897. *Dr. G. Brandes.* [35]

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien.

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 11. Februar 1897.

Das w. M. Herr Hofrat Prof. Wiesner überreicht den sechsten Teil seiner „Pflanzenphysiologischen Mitteilungen aus Buitenzorg", betitelt: „Zur Physiologie von *Taeniophyllum Zollingeri*".

Die Hauptergebnisse dieser Abhandlung lauten:

1. Die Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri*, bekanntlich die fast ausschließlichen Vegetationsorgane dieser epiphytischen Orchidee Javas, haben ein außerordentlich langsames Wachstum. Unter günstigsten Verhältnissen beträgt die tägliche Längenzunahme bloß 0·283 mm, welche sich zu stärksten,

von G. Kraus ermittelten Längenwachstum des Bambusrohres wie 1 : 2021 verhält.

Die Organe der Tropengewächse sind also nicht stets durch ein außerordentlich starkes Wachstum ausgezeichnet. Die Wachstumsintensität mancher phanerogamer Tropengewächse kann auch sehr gering sein, vielleicht geringer als bei Organen phanerogamer Pflanzen aller anderen Vegetationsgebiete.

Diese merkwürdige Erscheinung hat ihren Grund in den überaus günstigen und ununterbrochen vorhandenen Vegetationsbedingungen des feucht-heißen Tropenklimas, welche einerseits das Wachstum außerordentlich begünstigen, anderseits ein Ueberwuchern der Holzgewächse mit Epiphyten in einem Maße zulassen, welches in anderen Klimaten nicht möglich wäre. Diese Wucherung der Epiphyten kann aber zu starken Reduktionen der Organe und zu starker Einschränkung des Wachstums führen, zur Entstehung von räumlich ungemein eingeschränkten Organismen, welche aber in Folge hoher Temperatur und hoher Luftfeuchtigkeit selbst bei sehr geringem Lichtgenuss zähe auszudauern befähigt sein können.

2. Diese Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* breiten sich in der Regel auf der Rinde der Hauptstämme der Bäume strahlenförmig aus, also angenähert in einer vertikalen Fläche. Sie lassen keinerlei geotropische Krümmungsfähigkeit erkennen. Es scheint, dass diese Wurzeln in Folge ihrer gewohnheitsmäßigen vertikalen Lage alle geotropischen Eignungen verloren haben.

3. Nach den bisher angestellten Beobachtungen sind diese Luftwurzeln negativ heliotropisch und hyponastisch. Diese beiden antagonistischen Nutationsformen regulieren — von schwachen, hin und wieder auftretenden lateralen Krümmungen abgesehen — alle Wachstumsbewegungen, welche diese Wurzeln zu erkennen geben. Durch das Zusammenwirken von negativem Heliotropismus und Hyponastie sind diese Wurzeln auch befähigt, auf horizontaler Fläche sich auszubreiten, was jedoch nur selten der Fall ist. Durch die gewöhnlich auftretende Kombination von Heliotropismus und Geotropismus wäre es den Luftwurzeln von *Taeniophyllum Zollingeri* nicht möglich, sowohl auf vertikalen, als auf horizontalen Flächen sich radiär auszubreiten.

4. Nach den bisher angestellten Beobachtungen wachsen die Wurzeln dieser Epiphyten nur im Lichte. War im Versuche ein Teil der Wurzelrosette beleuchtet, der andere verdunkelt, so konnte nur an den dem Lichte ausgesetzt gewesenen Wurzeln Wachstum nachgewiesen werden. Es erscheint deshalb für das Wachstum dieser Luftwurzeln direkte Kohlensäureassimilation erforderlich zu sein.

Es ist bisher keine Wurzel und, soweit dem Verfasser bekannt, vom hypokotylen Stengelglied der Mistel *(Viscum album)* abgesehen, kein Pflanzenorgan aufgefunden worden, welches im Dunkeln sein Wachstum vollkommen einstellen würde. Das genannte Organ der Mistel wächst übrigens, wie der Verfasser nachgewiesen hat, in späteren Entwicklungsstadien auch im Finstern.

5. Von einem bestimmten Minimum der Lichtintensität an (L = Lichtgenuss, d. i. das Verhältnis des empfangenen Lichtes zum gesamten Tageslichte $^1/_{22}$) steigert sich das Längenwachstum der genannten Luftwurzeln bis zu einem Optimum (L im Mittel = $^1/_3$), um mit weitersteigender Lichtintensität bei einem Lichtmaximum (L im Mittel = $^1/_{2\cdot5}$) zu erlöschen. [45]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. April 1897.** **Nr. 7.**

Inhalt: **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie (4. Stück). — **Rimsky-Korsakow**, Ueber ein neues holotriches Infusorium *Dinophrya cylindrica* n. sp. — **Nusbaum** und **Rakowski**, Ein Beitrag zur näheren Kenntnis der Anatomie des Rückengefäßes und des sog. Herzkörpers bei den Enchytraeiden. — **Emery**, Neuere Untersuchungen über das Leben der Wespen. — **Stahr**, Zur Funktion der Seitenorgane. — **Baer**, Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke bei Vögeln. — **Lauterborn**, Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. — **Apáthy**, Die Mikrotechnik der tierischen Morphologie. Eine kritische Darstellung der mikroskopischen Untersuchungsmethoden.

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. **Robert Keller**.

(Viertes Stück. — Fortsetzung von Bd. XVI S. 795.)

Unsere Kenntnisse über das Zellenleben bereichert Zacharias in bemerkenswerter Weise, indem er zu bestimmen sucht, ob ein Bestehen von Beziehungen zwischen etwaigen Veränderungen in der Beschaffenheit des Kernes wachsender Zellen und dem Zellenwachstum nachweisbar ist.

An den Kernen wachsender Zellen sind schon vor Jahren bestimmte Veränderungen, namentlich Vergrößerung der Kerne und ihrer Nucleolen beobachtet worden, der nachher wieder eine Volumenverringerung folgte. Kern und Nucleolen sind ihrem Verhalten nach insofern verschieden, als die Zunahme, nicht minder aber auch die Abnahme der Nucleolen sich schneller vollziehen, als die bezüglichen Gestaltsveränderungen des Kerns. Die Volumenzunahme des Kerns wurde von Schwarz auf die Vermehrung der Gerüst- und Zwischensubstanz zurückgeführt, während das Chromatin anfangs unverändert bleibt, später abnimmt.

Aus dem zahlreichen Detail der Untersuchungen von Zacharias mögen folgende Beispiele der Veränderungen der Kerne wachsender Zellen ausgewählt werden. Die Zellkerne von *Cucurbita Pepo* zeigen

bei der Untersuchung in Alkohol eine gerüstartige Grundmasse, welcher ein Nucleolus und eine Anzahl kleinerer Nebennucleolen eingebettet sind. Die größeren Nebennucleolen größerer Kerne schienen zum Teil durch Fortsätze in das Gerüst überzugehen. Chemischen Reaktionen gegenüber verhalten sich diese Nebennucleolen gleich wie nucleinhaltige Körper. In jungen Kernen des Wurzelvegetationspunktes und des Stammcambiums sind die Nucleinkörper außerordentlich klein. Mit dem Wachstum der Zellen vergrößern sich die Kerne, wobei Nucleolen, Nucleinkörper und Gerüst an Masse zunimmt. In den Kernen der Siebröhren und Gefäßglieder beobachten wir, sobald sie eine gewisse Größe erreicht haben, eine Abnahme der Masse des Nucleolus. In ersteren findet sie sehr rasch in dem Stadium der Siebröhrenentwicklung statt, welches dem Stadium mit isoliert im Wandbeleg des jungen Siebröhrengliedes auftretenden Schleimtropfen nachfolgt. Das Gerüste, d. h. die durch den Alkohol fixierte Kernmasse abzüglich der Nucleolen und Nucleinkörper, erscheint zur Zeit der Schleimtropfenbildung substanzärmer als in früheren Stadien. In den wachsenden Gefäßgliedern erfahren die Kerne ebenfalls eine beträchtliche Vermehrung der Nucleolarmasse. Der Zellkern ist wie auch das Protoplasma in den Gefäßgliedern bis zur Ausbildung der Wandverdickung vorhanden.

Im keimenden Samen von *Ricinus* kann sich das Volumen des Kernes um das Dreifache vergrößern, während der Durchmesser des Nucleus um das Zwei- und Dreifache zunimmt. Diese Gestaltsveränderung vollzieht sich während der Auflösung der Reservestoffe. Die Vergrößerung des Nucleolus ist nicht auf eine Vermehrung des Wassergehaltes zurückzuführen, sondern beruht auf einer Substanzzunahme. Im keimenden Samen von *Pinus Larix* sind nach Peters die Kerne und besonders die Nucleolen der Endospermzellen größer als im ruhenden. Zacharias konnte nicht sowohl eine Größenverschiedenheit als eine Formverschiedenheit konstatieren, indem die Endospermkerne ruhender Samen von sehr unregelmäßiger eckiger Gestalt sind, während sie im keimenden Samen mehr abgerundet erscheinen. Eine allgemeine Vergrößerung der Nucleolen konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Dagegen sind einige Differenzen im innern Bau der Kerne der ruhenden und der keimenden Samen zu beobachten, indem die letzteren ein Gerüste enthalten, in welchem sich kleine Kügelchen, wahrscheinlich Nucleinkörper befinden, während erstere homogen, strukturlos erscheinen. In Mais- und Hyazinthensamen zog die Keimung keine Veränderung nach sich. Es liegt nahe, dieses verschiedene Verhalten der Kerne auf das ungleiche Verhalten des Endosperms während der Keimung zurückzuführen. Beobachtet man doch, dass das Endosperm von *Ricinus* bei der Keimung beträchtlich heranwächst, während es beim Mais und der Hyazinthe kein Wachstum erkennen lässt. Die

Vergrößerung des Endosperms ist einer Vergrößerung der Zellen, sowie der Ausbildung von Intercellularräumen zuzuschreiben. Zugleich beobachtet man, dass die Zellwände an Dicke zunehmen. Aehnlich ist das Endospermwachstum bei der Lärche. In vielen Fällen können die Endospermkerne in den ruhenden Samen (*Carex*, *Sparganium*, *Typha*) vollständig zu Grunde gehen, in anderen Fällen ist trotz ihres Vorhandenseins im reifen Endosperm kein Wachstum während der Keimung zu beobachten. „Da also einerseits die Auflösung der Reservestoffe ohne Kern vor sich gehen kann und anderseits wenn ein Kern vorhanden ist, an diesem durch den Auflösungsvorgang der Reservestoffe an sich noch keine nachweisbaren Veränderungen herbeigeführt zu werden brauchen, so liegt die Vermutung nahe, dass die starke Vergrößerung der Kerne, das Wachstum der Nucleolen bei *Ricinus* nicht mit der Auflösung der Reservestoffe in Verbindung steht, sondern mit dem erheblichen Wachstum, durch welches sich das Endosperm von *Ricinus* während der Keimung vor dem Endosperm von *Zea* und *Hyacinthus* auszeichnet".

Zur Vergleichung der Kernveränderungen in Zellen, welche sich hinsichtlich ihres Wachstums verschieden verhalten, eignen sich die Epidermen der Blätter von *Galanthus nivalis* und *Hyancinthus orientalis*. Die Kerne der kleinen Spaltöffnungsmutterzellen ersterer Art besitzen kleinere Nucleolen als die Kerne der stärker herangewachsenen Schwesterzellen. Messungen ergeben, dass das Volumen des Nucleus der wachsenden Zellen zunächst wächst, dann stationär bleibt, während die Zelle fortwächst, um schließlich wieder abzunehmen.

Aus all den mitgeteilten Beobachtungen, die uns natürlich einen kleinen Teil des gesamten Materiales aus der Abhandlung von Zacharias darstellen, geht hervor, dass in den Kernen wachsender Zellen bestimmte Veränderungen sehr gewöhnlich auftreten und zwar namentlich Vergrößerung der Kerne und Massenzunahme der Nucleolen in den ersten Stadien des Zellenwachstums, wobei es den Anschein gewinnt, als ob mit der Vergrößerung der Kerne eine prozentische Abnahme des Nucleingehaltes verbunden sei. —

Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Cairo und Buitenzorg bilden Wiesner's 2. Abhandlung aus dem Gebiete der Photometrie [1]). Sie verfolgt den Zweck auf Grund messender Versuche den faktischen Lichtgenuss der Pflanzen zu ermitteln.

Es gibt wohl kaum eine Pflanze, deren oberirdische Vegetationsorgane das gesamte Tageslicht uneingeschränkt genießen. Durch die Ausbildung der Vegetationsorgane wird notwendig eine Schwächung

1) In Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. CIV.

des Lichtgenusses bedingt, oft auch der Zutritt nur in einer bestimmten Richtung ermöglicht. Standortsverhältnisse bedingen ferner, dass in vielen Fällen nicht nur auffallendes, sondern auch reflektiertes Licht, das als Unterlicht wirkt, eine nicht unwichtige Rolle im Belichtungsprozess einer Pflanze spielt. Kann doch dieses Unterlicht bis $^1/_6$ des Oberlichtes betragen. So vermag das Unterlicht, zumal wenn das Oberlicht stark geschwächt ist, eine Orientierung der Organe herbeizuführen. Verf. führt unter anderem folgendes Beispiel an. *Lycium barbarum* lässt an geneigten Aesten die Sprosse bloß an der Oberseite zur Entwicklung kommen, die der Unterseite werden unterdrückt. Es ist also epitropisch. Im tiefen Schatten einer *Lycium*-Laube beobachtet man aber, dass die Pflanze autotrop wird, d. h. sowohl die oberen Sprosse als die unterseits sich entwickelnden wachsen in der ursprünglichen Richtung, die obern aufwärts, die seitlichen nach der entsprechenden Richtung, die untern nach unten. Die Epitropie des *Lycium*-Sprosses ist also ein in der Ontogenese durch das Licht bestimmtes Verhältnis, das durch veränderte Beleuchtungsverhältnisse abgeändert werden kann. Die Lichtlage der Blätter kann ebenfalls durch das Unterlicht bestimmt werden. In einem Falle, in welchem das Oberlicht $^1/_{80}$ des Tageslichtes betrug, während das Unterlicht dieser stark beschatteten Teile eine Stärke von $^1/_{875}$ hatte, entwickelten sich die unteren Sprosse und erzeugten tief ergrünte Blätter. Sowohl an den vertikal nach unten wachsenden Sprossen als auch an jenen, die etwa unter einem Winkel von 30° wuchsen, waren alle morphologischen Oberseiten der Blätter nach unten gerichtet. Experimentelle Untersuchungen ergaben indessen, dass eine viel höhere Lichtintensität nötig ist, um ein Blatt aus der normalen Lage in die nach dem Unterlicht orientierte zu bringen, als um eine neue fixe Lichtlage durch Ober-, Vorder- oder Seitenlicht herbeizuführen.

Eine Pflanze oder ein Pflanzenteil kann direktem und diffusem Lichte ausgesetzt sein. Wie verhalten sich die Pflanzen diesem Lichte gegenüber? Verf. macht unter anderem darauf aufmerksam, dass es viele Pflanzen gibt, die allen stärkeren Wirkungen des Sonnenlichtes auszuweichen streben. *Robinia Pseudacacia* z. B. stellt sehr bald ihre Blättchen so, dass sie in der Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen liegen. Die Bewegung zu dieser Einstellung beginnt im Sommer, wenn die Lichtintensität etwa ein Drittel der maximalen Intensität des Gesamtlichtes erreicht hat; die Einstellung ist vollendet, wenn die Intensität ungefähr $^2/_3$ der maximalen Lichtstärke erreicht hat. Aus diesen und ähnlichen Beobachtungen schließt Wiesner, dass das diffuse Licht für die Gewächse viel wichtiger ist, als das direkte Sonnenlicht, welches eben nur abgeschwächt und nur indirekt, nämlich durch Umsatz in diffuses Licht, sowohl für Bäume und Sträucher wie für die auf schattigen Standort angewiesenen Pflanzen zur Geltung kommt.

Bezüglich des Lichtgenusses einiger krautartiger, staudenartiger und epiphytischer Gewächse macht Wiesner folgende Angaben:

1. Wüstenpflanzen, wie z. B. *Reaumurea hirtella*, *Heliotropium luteum* etc. befinden sich im stärksten Lichtgenuss. Kein Teil ihrer Vegetationsorgane beeinträchtigt den anderen im Lichtgenuss. Uneingeschränkter Lichtwirkung ausgesetzt vermögen sie gleich den im tiefsten Schatten stehenden nur ein Minimum organischer Substanz zu erzeugen. Der uneingeschränkte Genuss des Sonnenlichtes bietet ihnen also keinen Vorteil.

2. *Hepactica triloba* blüht im April, wenn die Intensität des einwirkenden Lichtes 0,555 bis 0,166 beträgt, der Lichtgenuss also $^1/_{1,8}$—$^1/_6$ des gesamten Lichtes beträgt. Vergleicht man die Standorte der *Hepatica triloba* in Buchen- und in Föhrenwäldern, dann beobachtet man, dass in ersteren das Leberblümchen selbst an Stellen vorkommt, an denen nur $^1/_{15}$ des Tageslichtes wirksam ist, während im Föhrenwald ein Minimum $^1/_6$ an den Standorten der *H. triloba* beobachtet wird. Der Grund dieses ungleichen Verhaltens ist darin zu suchen, dass diese verminderte Lichtstärke im Buchenwald beim Beginn der Entwicklung des *H. triloba* noch nicht da war. Die Blattentwicklung des Leberblümchens fand zu einer Zeit statt in der der Buchenwald noch wenig belaubt war, die Lichtintensität $^1/_3$—$^1/_8$ betrug. Ist diese Belichtung zur Entwicklung der Blätter des Leberblümchens nötig, so genügt zur Erhaltung der einmal entwickelten Blätter eine viel geringere Lichtstärke.

Der Einfluss der verschiedenen Lichtintensitäten auf die Laubentwicklung kommt in folgender Tabelle zum Ausdruck.

Lichtgenuss	Größe des Blattstieles	Länge der Spreite	Breite
1	29 mm	18 mm	29 mm
$^1/_6$	108 „	37 „	60 „
$^1/_8$	100 „	34 „	55 „
$^1/_{15}$	sichtlich überverlängert	Spreite reduziert	
$^1/_{25}$	145 mm	22 mm (blassgrün)	32 „
Im Dunkeln	174 mm	11 mm (chlorophylllos)	17 mm

Aus dieser Tabelle ergibt sich, dass der faktische Lichtgenuss der Blätter von *Hepatica triloba* dem optimalen Lichtbedürfnis dieser Pflanze entspricht.

Die Lichtverhältnisse der Flechten ergeben, dass bei vielen Arten das Gedeihen einen starken Lichtgenuss zur Voraussetzung hat.

Art	Günstigste Entwicklung.	Beginnende Verkümmerung.
Verrucaria calciseda	1—$^1/_3$	$^1/_{20}$
Xanthoria parietina	1	$^1/_{30}$
Psora lucida	1—$^1/_4$	$^1/_{30}$
Physcia tenella	1	$^1/_8$
Endocarpon miniatum . . .	$^1/_3$—$^1/_8$	$^1/_{24}$

Diesen lichtsuchenden Flechten stehen nun wieder andere gegenüber, die stärkeres Licht meiden. *Parmelia saxatilis* beobachtete Verf. an Baumstämmen bei $^1/_3$—$^1/_{56}$, wobei das Optimum des Lichtgenusses bei $^1/_8$—$^1/_{17}$ liegt.

Bezüglich der tropischen Orchideen erwähnt Verf. eine Reihe von Fällen, in denen auch bei einem sehr geschwächten Lichte eine normale Entwicklung statthat, während bei anderen ein stärkeres Lichtbedürfnis vorhanden ist. Für *Taeniophyllum Zollingerii* macht Wiesner folgende Angaben.

Grenzen der Entwicklung zwischen $^1/_3$—$^1/_{31}$ des einfallenden Lichtes.
Ueppigste Entwicklung „ $^1/_7$—$^1/_9$
Verkümmerung wegen zu geringer Lichtintensität $^1/_{31}$
„ „ „ hoher „ $^1/_2$—$^1/_3$
Blüten wurden beobachtet bei $^1/_5$—$^1/_8$.

Die am tiefsten in den Schatten des tropischen Waldes dringende krautige, nicht epiphytische Pflanze, die Wiesner beobachtete, eine Rubiacee (*Geophila reniformis*), blüte noch bei $^1/_{61}$, blütenlos fand sie sich bis nahezu $^1/_{100}$.

Der Lichtgenuss der Bäume und Sträucher ändert sich mit dem Alter der Pflanze bis zu einer bestimmten Grenze. Es ist ja selbstverständlich, dass im jugendlichen Zustand diese Pflanzen mehr Licht genießen als in den späteren Stadien der Belaubung. Wiesner kam bei seinen Untersuchungen zu folgenden allgemeinen Ergebnissen.

1. Die Lichtintensität in der Krone armlaubiger Bäume geht nahezu parallel mit der Intensität des gesamten Tageslichtes.

2. Holzgewächse, deren Blätter bei Annahme der fixen Lichtlage sich nach dem Oberlichte richten, also vorwiegend die horizontale Lage einnehmen, weisen im Vergleich zum gesamten Tageslicht ein Mittagsminimum auf.

3. Holzgewächse, deren Blätter dem intensivsten Lichte ausweichen, können im Vergleich zum gesamten Tageslicht ein Mittagsmaximum erreichen.

4. Armlaubige Holzgewächse, welche einen Teil ihrer Blätter nach dem Vorderlicht, den anderen nach dem Oberlicht orientieren, weisen zwei Maxima des inneren Lichtes im Laufe eines Tages auf; das eine fällt in die Vormittags-, das andere in die Nachmittagsstunden; abgeschwächt treten diese Maxima auch bei dichter belaubten Holzgewächsen ein.

5. Da in unseren Gebieten mit der Zeit der stärksten Belaubung auch das intensivste Sonnenlicht zusammenfällt, wird im Sommer die Differenz zwischen dem herrschenden Lichte und dem Lichtgenuss besonders groß sein. Im allgemeinen ist die Intensität des in der Baumkrone herrschenden Lichtes im Vergleich zum genannten Lichte um so geringer, je größer die Stärke des äußeren Lichtes ist.

Aus den zahlreichen Angaben Wiesner's über den Lichtgenuss einheimischer Bäume und Sträucher mögen einige Beispiele ausgewählt werden. Die Zahlen bedeuten die geringste Mittags (Wien; Mitte Mai bis Mitte Juli) sich einstellende innere Lichtintensität.

Fagus silvatica .	$^1/_{60}$	Geschlossener Bestand
Acer campestre .	$^1/_{43}$	Freistehender Baum
Populus alba . .	$^1/_{15}$	„ „
Betula alba . .	$^1/_9$	„ „
Corylus Avellana	$^1/_3$	Strauch zur Blütezeit.

Der Lichtgenuss der Pflanze bedingt die Zusammensetzung des Unterholzes. Jedes Holzgewächs kann als Unterholz auftreten, wenn nur sein Lichtbedürfnis geringer ist als das der überschattenden Bäume. So beobachtete Wiesner z. B. im Schatten von *Carpinus betulus* bei $^1/_{58}$ des einfallenden Lichtes folgende Gewächse als Unterholz: *Fagus silvatica*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Ulmus campestris*, *Cornus sanguinea*, während *Sambucus nigra*, *Evonymus europaeus* und *E. verrucosus* im Absterben begriffen waren. —

In tropischen Gegenden werden gewisse Bäume zum Schutze von Kaffee- und anderen Kulturen als Schattenbäume benutzt. Messungen im Monate Januar ergaben folgende Resultate:

Albizzia moluccana	$^1/_{3{,}81}$
Cedrela serrulata	$^1/_{3{,}3}$
„ *odorata*	$^1/_{3{,}7}$
Pithecolobium Saman . . .	$^1/_{4{,}2}$.

Ueber die Regelung der Laubsprossbildung durch die Beleuchtung spricht sich Wiesner in folgender Weise aus.

Es wurde bereits betont, dass von einem bestimmten Entwicklungszustand eines Holzgewächses an das in die Laubmassen einstrahlende Licht auf ein stationäres Minimum sinkt. Dies ist nur möglich, wenn von einer bestimmten Mächtigkeit an jede Weiterentwicklung der Laubsprosse aufhört oder eine Reduktion erfährt oder aber eine Vernichtung alter Laubsprosse eintritt. Dass dies thatsächlich geschieht, ist eine längst bekannte Erscheinung. Es erfolgt bei Bäumen und Sträuchern eine „Reinigung", indem der Hauptstamm in der Richtung von der Basis nach oben die Aeste in dem Maße abwirft, als der Schatten der Krone den unteren Aesten das Licht benimmt. Bäume mit aufrechtem Wuchs und aufrecht abgehenden Aesten, wie z. B. die Pyramiden-

pappel können zeitlebens bis auf den Grund beästet und belaubt sein, weil der Lichtentzug durch deren Kronenschatten ganz minimal bleibt.

Eine Vergleichung der Zahl der wirklich ausgebildeten Laubsprosse mit der Zahl der Zweigordnungen, welche durch die Organisation möglich wären, zeigt in schlagendster Weise, in welchem Maße die Verminderung der Lichtintensität, die ein Baum genießt, die Entwicklung der Laubsprosse reduziert. Setzt man den Fall, dass an jedem Spross alljährlich nur ein System von Axillarsprossen gebildet wird, so müssten nach n Jahren n—1 Zweigordnungen da sein. Dagegen beobachtet Wiesner an einer 100jährigen Eiche statt der 99 theoretisch möglichen Zweigordnungen nur 5—6, an einer 50jährigen Platane statt 49 Zweigordnungen nur 7, an einem 10jährigen Birkenast statt 9 nur 5 Verzweigungssysteme. Aehnlich verhalten sich auch die anderen unserer Bäume. Die maximale Zweigordnungszahl, die Wiesner bei Hainbuche, Eibe und Buche beobachtete, betrug 8.

Eine klare Einsicht in die wirkliche gegenüber der möglichen Sprossentwicklung gibt die folgende Tabelle, deren Angaben sich auf die Buche beziehen.

Alter	Zahl der Zweigordnungen beobachtet	Zahl der Zweigordnungen berechnetes Maximum	Zahl der Sprosse. beobachtet	Zahl der Sprosse. berechn. Maximum
3 Jahre	1	2	8	9
4 „	2	3	20	27
5 „	3	4	43	81
6 „	3	5	66	243
10 „	5	9	295	19683

In den Tropen ist die Verzweigung der Holzgewächse oft geringer als bei unseren einheimischen Bäumen. Während bei uns im Mittel (nach einer Liste von 18 einheimischen oder doch bei uns im Freiland wachsenden Bäumen) 6 Zweigordnungen vorkommen, beobachtete man an 18 Bäumen aus einem subtropischen Gebiet (Aegypten) im Mittel nur 3 Zweigordnungen.

In den Tropen ist es sehr gewöhnlich, dass die Zahl der Zweigordnungen 0 ist, d. h. der Stamm ist völlig unverzweigt. Wir erinnern an die tropischen Baumfarne, an Palmen. Bei andern kommen Zweigordnungen vor, doch auch an den größten *Ficus*-Arten, die beobachtet wurden, nie mehr als 5.

Man beobachtet also, dass gegen die Tropen eine Abnahme der Zweigordnungen eintritt. Dass das Minimum der Verzweigung der Holzgewächse gerade in den Tropen zu finden ist, hängt wohl schon mit der außerordentlichen Großblätterigkeit dieser Gewächse zusammen. Je größer aber die Blätter sind, desto weniger wird die Verzweigung des Stammes möglich, desto weniger notwendig wird sie aber auch.

Der spezifische Lichtgenuss einer Pflanze ist je nach Standort und Vegetationszeit veränderlich. Es ist nun zu prüfen, ob die Verschie-

bung der Grenzwerte des Lichtgenusses für eine bestimmte Pflanze bei Aenderung der geographischen Breite, der Seehöhe und der Zeit innerhalb der Vegetationsperioden nur eine scheinbare ist. Wenn der spezifische Lichtgenuss in einem Falle z. B. für den März als $^1/_2$, für Juni $^1/_3$ angegeben wird, so ist von vorneherein nicht ausgeschlossen, dass diese Werte, welche das Verhältnis zum einfallenden Lichte ausdrücken, absolute genommen, gleich sind. Wenn z. B. für *Taraxacum officinale* die untere Grenze des spezifischen Lichtgenusses im April $^1/_4$ beträgt, im Mai-Juni $^1/_{12}$, dann sind dies so bedeutende Unterschiede, dass man nicht annehmen kann, es seien die absoluten Intensitätswerte in den verschiedenen Beobachtungszeiten gleich. Es darf demnach die Lichtintensität nicht als allein maßgebender Faktor des Lichtbedarfs der Pflanze angesehen werden.

Ist also vielleicht der Lichtbedarf einer Pflanze von einer bestimmten Lichtmenge abhängig? Die Bestimmung dieser Lichtsummen beruht auf folgender Methode (nach Roscoe). In ein Koordinatensystem trägt man Zeit ein und beobachtete Intensität. Der Gang der Intensität wird alsdann durch eine Kurve dargestellt. Die von der Abscisse (Zeit) und der Intensitätskurve umschlossene Fläche ist dann das Maß der Lichtmenge, die Lichtsumme; welche als Bruchteil einer Rechtecksfläche berechnet wird, deren Basis = 24 (Stunden), deren Höhe = 1 (Intensität) angenommen wird und die man = 1000 setzt.

Der oben angegebene Lichtgenuss von *Taraxacum officinale* (für April $^1/_4$, für Mai-Juni $^1/_{12}$) entspricht nun durchaus nicht gleichen Lichtsummen. Für den April ist die Tageslichtsumme 86,6, für Mai-Juni 48.

Wie diese Beobachtung so lehren auch viele andere, dass eine und dieselbe Pflanze in verschiedenen Abschnitten der Vegetationsperiode verschiedene Lichtsummen erhält, gleich wie sie in diesen verschiedenen Zeitabschnitten ungleichen Lichtintensitäten ausgesetzt ist.

Um die Frage der Beziehungen zwischen Lichtgenuss und Temperatur zu beantworten, mögen folgende Beobachtungen Wiesner's erwähnt werden. Im Hügelland entwickelte sich eine *Corydalis cava* unter dem spezifischen Lichtgenuss von $^1/_2$—$^1/_4$; in der subalpinen Region war sie frei exponiert eines Lichtgenusses von $^1/_{1,2}$ teilhaftig. Richtete sich der Lichtgenuss nur nach der Lichtstärke, dann hätte sie in der subalpinen Region, wo sie doppelt so starker Intensität ausgesetzt war, eine gedecktere Lage aufsuchen müssen. Dass sich die Pflanze stärkerer Beleuchtung aussetzt, hat nach Wiesner seine Ursache in dem relativ kalten Standort. Sie sucht die stärkere Beleuchtung auf, damit ihre Organe durch das Licht jene Wärme empfangen, welche zu ihrem Gedeihen erforderlich ist, die ihr aber von jenen Medien, in denen sie ihre Organe ausbreitet, nicht in ausreichendem Maße geliefert wird.

Aehnlich beobachten wir, dass eine Pflanze beim Uebergang aus der subtropischen in die gemäßigte Zone durch Vermehrung der Lichtintensität ersetzt, was ihr an Wärme abgeht. So war anfangs März der Minimalwert des Lichtgenusses von *Poa annua* in Wien $^1/_3$, in Cairo $^1/_{11}$.

Es ergeben diese Beobachtungen, dass mit zunehmender geographischer Breite und Seehöhe das Lichtbedürfnis der Pflanze wächst. Da aber das Lichtbedürfnis einer Pflanze um so mehr sinkt, je wärmer die Periode ist, in welcher sie lebt oder blüht, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass mit der Abnahme der Temperatur der Medien, in welchen die Pflanze sich ausbreitet, ihr Lichtbedürfnis steigt. —

Die Untersuchungen über eine Methode, die Intensität verschiedener Riechstoffe zahlenmäßig zu messen, um Intensitäten verschiedener riechender Körper unter verschiedenen Bedingungen mit einander vergleichen zu können, hat Mesnard schon vor einigen Jahren in befriedigender Weise gefördert. Heute liegen Versuchsergebnisse vor, die von allgemeiner Bedeutung sind[1]).

Der Apparat, in welchem Terpentinessenz als Maßessenz gewählt ist, hat folgende Einrichtung. In einem prismatischen Kasten, der nicht verschließbar ist, befinden sich neben einander zwei Trommeln, die um ihre Axe drehbar sind. Mit dem einen Axenende steht eine außen am Kasten angebrachte Kurbel in Verbindung, mit dem anderen eine gradierte Scheibe, welche sich längs eines gradierten Lineales befindet. Diese Maßapparate gestatten die Bestimmung der Tourenzahl der Trommel und damit das Messen der auf ihnen aufgewundenen Fäden.

Außen am Apparat befindet sich ein kleines zweifächeriges Kästchen. In jedem befindet sich ein kleiner Flaschenzug, der das Auf- und Abrollen eines Fadens gestattet. Das Kästchen enthält zugleich den Riechstoff und zwar in der einen Abteilung die als Maß dienende Terpentinessenzlösung, in der anderen den zu untersuchenden. Die Fäden werden bis zur Sättigung mit diesen Riechstoffen durchtränkt. Durch eine kleine Oeffnung können sie in den Kasten mit den beiden Trommeln gehen und durch Drehung der Kurbeln jeder für sich auf einer Trommel aufgerollt werden. So wird es möglich eine beliebige Länge von jedem Faden in den Kasten zu bringen und nach Bedarf die Fäden auch wieder so abzurollen, dass sie im äußeren Kästchen aufs neue mit dem Riechstoff imprägniert werden. Der Länge des imprägnierten Fadens, der auf der Trommel aufgewunden wird, entspricht natürlich die Menge des in den Kasten eingeführten

1) Mesnard, Action de la Lumière et de quelques agents extérieurs sur le dégagement des Odeurs in Revue générale de Botanique, Nr. 88 u. 89, 1896.

Riechstoffes. Es wird also ein Längenmaß zu einem Maß der Intensität des Riechstoffes werden.

Am Deckel des Apparates befindet sich ein Conus, dessen Ausschnitt der Form der Nase entspricht. Den im Innern vorhandenen Geruch kann der Experimentator durch diesen Conus wahrnehmen, sobald ein Ventil geöffnet wird, durch welches vorher der Raum dicht abgeschlossen war.

Handelt es sich nun darum das Intensitätsmaß eines Riechstoffes zu bestimmen, dann wird dessen Intensität mit derjenigen von Terpentinessenz verglichen. Es wird der eine der beiden Fäden mit dem zu prüfenden Riechstoff durchtränkt, der andere mit der Terpentinessenz. Man untersucht alsdann, welche Länge dieses die Maßessenz tragenden Fadens nötig ist um auf der Riechhaut eine Geruchsempfindung auszulösen, die derjenigen entspricht, welche durch eine bestimmte Länge des mit der zu bestimmenden Substanz durchtränkten Fadens bewirkt wird.

Um die unvermeidlichen Fehlerquellen auf ein Minimum zu reduzieren, ist natürlich notwendig, die Mittel einer Reihe rasch aufeinander folgender Versuche zu bestimmen.

Verf. untersucht zunächst den Einfluss des Lichtes, des Sauerstoffes, der Wärme und der Feuchtigkeit auf natürlichen Moschus. Von einer alkoholischen Moschuslösung, die pro Liter 8 g Moschus enthält, werden gleiche Menge in verschiedene Fläschchen gebracht. Die eine Hälfte wird im Dunkeln gehalten, die andere am Licht. In den einen Fläschchen befand sich außer dem Riechstoff gewöhnliche Luft, in den anderen reiner Sauerstoff, in den dritten reiner Stickstoff.

Das Versuchsergebnis ist in folgender Tabelle zusammengestellt:

Versuchszeit	Luft		Sauerstoff		Stickstoff	
	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel
17. V.	28 cm	28 cm	28 cm	28 cm	28 cm	28 cm
1. VI.	15 „	19 „	21,2 „	21 „	17,5 „	27 „
16. VI.	8,5 „	12,5 „	8,5 „	9,5 „	8,5 „	12,5 „
1. VII.	7,2 „	12,5 „	8.5 „	9,6 „	5 „	12,5 „
16. VII.	6,8 „	10,5 „	8,2 „	9 „	6,5 „	16 „
1. VIII.	3 „	4,5 „	4 „	4,5 „	0 „	14 „
8. VIII.	0 „	0,5 „	0,2 „	1 „	0 „	1 „

Aus der ersten Columne erkennen wir, dass die Zerstörung des Riechstoffes am Lichte schneller vor sich geht als im Dunkeln. Nennen wir die ursprüngliche Intensität 1, so ist sie nach Verlauf eines Monates im Dunkeln 0,45, am Lichte dagegen nur 0,3; am Ende des 2. Monates im Dunkel 0,38, am Lichte 0,27. Viel ausgesprochener erscheint die Lichtwirkung dort, wo die gleichzeitige Wirkung des Sauerstoffes ausgeschlossen ist. Während nach 14 Tagen im Dunkeln die Geruchsstärke kaum vermindert ist, beträgt sie am Lichte nur mehr 0,6.

Die Tabelle lässt den Einfluss des Sauerstoffes deutlich dann erkennen, wenn es sich nur um kürzere Zeiträume handelt. Nach Verlauf von 14 Tagen ist im reinen Sauerstoff und am Licht die Geruchsintensität größer als im Stickstoff und in der Luft, d. h. der zerstörenden Wirkung des Lichtes arbeitet der Sauerstoff zunächst entgegen. Er wirkt als Geruchserreger, d. h. seine oxydierende also zerstörende Thätigkeit erweckt, wenigstens während einer bestimmten Zeit, in uns die Vorstellung einer Vermehrung der Intensität des Geruches.

Verf. vergleicht alsdann Extrakte des künstlichen Moschus mit natürlichen und zwar bei verschiedenen Beleuchtungs-, Temperatur- und Feuchtigkeitsgraden.

In den nachstehenden Tabellen kommt die graphische Darstellung des Verf. zum Ausdruck.

1. Künstlicher Moschus.

	In trockener Luft				In feuchter Luft			
	19°		37°		19°		37°	
	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel
Anfang	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm
1. Woche	11,2	8,5	7,5	10	10,3	8,8	9,8	4,5
2. „	12,1	7	4,5	9,8	9,8	7,3	7,3	2,2
2½ „	12,5	—	—	—	—	—	—	—
3. „	12	5	2,5	9,8	9,3	6,2	3,9	1
4. „	10,5	3,8	1,5	8,5	8,3	4,7	2,8	0,5
5. „	7,8	2,3	1	6,2	7,2	3,5	2,2	0,4
6. „	4	1,1	0,5	1,8	5	3,1	1,8	0,3
7. „	1,7	0,5	0,2	0,8	3	0,5	1,5	0,1

2. Natürlicher Moschus.

Anfang	13 cm	13 cm	13 cm	13 cm	13 cm	13 cm	13 cm	13 cm
1. Woche	11⅓	11	4,3	7,8	12,2	11	9	6,2
2. „	9,6	9,2	2	5	11,2	7,6	7	3,8
3. „	8	7,2	1	3,8	9,8	4,8	5,2	2
4. „	6,2	5	0,6	2,8	7,5	3	4	1,4
5. „	5,6	2,6	0,4	1,9	3,5	2,2	2,8	1
6. „	4	1,8	0,2	1,7	1,5	2	1,8	0,5
7. „	3	1	0,1	1	0,2	1,5	0,5	0,2

Diese beiden Tabellen zeigen uns, dass der zerstörende Einfluss des Lichtes sich durchaus nicht unter allen Umständen und in gleicher Weise geltend macht, dass vielmehr die Wirkung des Lichtes sehr wesentlich von den begleitenden Umständen, der Wärme und Feuchtigkeit, abhängig ist.

In einer Versuchsreihe, die Verf. mit Citronenessenz anstellte, kommt der zerstörende Einfluss des Lichtes einerseits und der erregende des Sauerstoffes anderseits wieder deutlicher zum Ausdruck.

	Reine Luft		Reiner Sauerstoff	
	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel
Beginn	85 cm	85 cm	85 cm	85 cm
14 Tage später	36 „	50 „	70 „	50 „
15 Tage „	18 „	5 „	20 „	4 „
4 Wochen „	8 „	3 „	13 „	14 „
3 Wochen „	0 „	0 „	10 „	8 „

Aehnlich wirkt das Licht auf Rosenessenz. Am Lichte und in gewöhnlicher Luft ist die ursprüngliche Geruchsintensität nach Verlauf eines Monates auf ca. $^1/_8$, im Dunkeln nur auf fast $^1/_4$ verringert. Nach 2 Monaten ist sie im Dunkeln noch doppelt so stark wie am Licht.

Verf. bestimmte im weitern den Einfluss physikalischer Bedingungen auf den Duft abgeschnittener Blumen. Als erstes Versuchsobjekt diente *Convallaria majalis* in vier Versuchsreihen, nämlich a) Pflanzen im Wasser und ein Teil davon dem Lichte ausgesetzt, ein anderer Teil im Dunkeln gehalten und b) Pflanzen in feuchtem Moose stehend, wieder ein Teil im Dunkeln, ein anderer am Licht. Die Beobachtungen fanden je am Morgen und Abend statt. Die Ergebnisse, die Verf. in graphischer Darstellung wiedergibt, lassen sich in folgender Tabelle zusammenfassen.

Convallaria majalis.

	Pflanzen im Wasser		Pflanzen in feuchtem Moos	
	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht
Abend	11	10	10	11
Morgen	17	12,5	9	10
Abend	18,3	10	10,2	10,8
Morgen	22,5	11,5	11,5	8,8
Abend	19	8	11,3	6
Morgen	17,3	8,1	12,3	4,5
Abend	17,8	9	12,8	5,5
Morgen	13	7	9,8	3,8
Abend	12	5	9,2	1,5
Morgen	10	2	7	—

Die dem Lichte ausgesetzten Maiglöckchen haben also einen viel stärkeren Geruch als die verdunkelten. Ebenso zeigt sich der bedeutende Einfluss der Turgescenz auf die Geruchsentwicklung der Maiglöckchen.

Den Tabellen, die uns den Einfluss des Sauerstoffes auf die Geruchsentwicklung ausdrücken, entnehmen wir folgendes. Die dem Lichte ausgesetzten oder verdunkelten Pflanzen verringern im reinen Sauerstoff die Intensität ihres Duftes viel schneller als an der Luft und hier anfänglich schneller als im reinen Stickstoff.

Als 2. Versuchspflanze diente dem Verf. die Nelke. Die große Differenz der Duftabgabe im Dunkeln und im Lichte, die sich für das Maiglöckchen nachweisen ließ, ist vielleicht eine Folge der normalen

Standortsverhältnisse der *Convallaria*. Sie ist eine Pflanze schattiger, feuchter Orte und deshalb vielleicht durch eine besondere Empfindlichkeit gegenüber dem Lichte ausgezeichnet. Die Nelke hingegen ist eine Pflanze trockener, der Sonnenbelichtung ausgesetzter Standorte.

Wir geben im Nachfolgenden die Versuchsergebnisse wieder.

Nelke.

	Pflanzen im Wasser		Pflanzen in feuchtem Moos	
	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht
Morgen	18	18	18	18
Abend	14	24	17,9	18,2
Morgen	12	17	17	15
Abend	12	25	14	23
Morgen	11	18	13,5	14
Abend	10	21	11,1	16
Morgen	8	12	10	13,8
Abend	6	13,9	0	7,8
Morgen	0	5	—	5

Diesen Versuchsergebnissen nach verhalten sich in der That die Riechstoffe der Nelke dem Lichte gegenüber anders als der Duft der Maiglöckchen. Durch die Belichtung wird die Intensität des Duftes gesteigert.

Der Einfluss der Temperatur auf die Intensität kommt in der folgenden Tabelle zum Ausdruck.

Einfluss der Temperatur auf die Intensität des Duftes abgeschnittener Nelken.

	6°		19°		28°	
	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel
Morgen	12	12	12	12	12	12
Abend	13	11,5	14	12,3	13,2	10
Morgen	15	12	17,2	10	14	10,5
Abend	4,5	5	4,5	4,5	5	4,5

Mittlere Temperaturen steigern also die Duftintensität.

Der Einfluss des Sauerstoffs in Verbindung mit dem Lichte führt zu einer Steigerung der Duftintensität; im Dunkeln macht sich ein Einfluss desselben nicht bemerkbar.

Dass aber der in obiger Tabelle ausgedrückte Wärmeeinfluss ebenso wenig verallgemeinert werden darf, wie die Lichtwirkung lehrten die Versuche mit abgeschnittenen Rosen.

Einfluss der Temperatur auf die Intensität des Duftes abgeschnittener Rosen.

	6°		19°		28°	
	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel	Licht	Dunkel
Morgen	8,5	8,5	10	—	10	8
Abend	14	13	13	—	12,8	9,2
Morgen	20	17,8	14	—	12	11,2
Abend	14	11,5	12,3	—	11,4	13,8
Morgen	15,9	10	4,5	—	11	11,6
Abend	10	4	—	—	—	—

Man beobachtet also zunächst, dass hier durch niedere Temperaturen die Intensität des Duftes gesteigert wird und zwar mit dem Lichte kombiniert in höherem Maße, als wenn die niedere Temperatur auf die verdunkelte Pflanze einwirkt. Bei hohen Temperaturen beobachtet man aber, dass im Dunkeln die Intensität des Duftes gesteigert wird.

Verf. prüfte auch das Verhalten nicht abgeschnittener Blumen. Frisch aufgeblüte Rosen bildeten ein erstes Versuchsobjekt. Die Intensität des Duftes, den sie ausströmten, war am Morgen stets stärker als am Abend. Ein belichtetes Versuchsobjekt ergab

Morgen	140 cm	150	150	6
Abend	100 cm	100	20	2

Ein verdunkeltes Versuchsobjekt zeigte folgende Intensität

Morgen	—	95	80	70	60	35
Mittag	—	120	95	75	70	20
Abend	20	88	55	45	25	2

Die Analogie des Verhaltens der belichteten und verdunkelten Pflanzen, die nur quantitative Verschiedenheiten aufweisen, scheint darzuthun, dass die Periodizität der Steigerung und Verminderung nicht eine Lichtwirkung sein kann. Dass die Temperatur diese Periode bestimmte, ist ebenfalls nicht anzunehmen. Die Intensitätsmaxima sind nämlich jeweilen am Mittag zu beobachten, also zur Zeit der hohen Temperaturen. Nun lehrten aber, wie oben erwähnt, die Versuche an abgeschnittenen Rosen, dass niedere Temperaturen dufterregend wirken. Verfasser hält deshalb dafür, dass die Pflanze während des Vormittags bis ca. 2 Uhr Nachmittags die Reserven an Duft abgibt, welche sie während der Nacht sammelt.

Eine andere Versuchsreihe hatte Heliotrop zum Gegenstand, welcher im Vergleich zu den Rosen den Vorteil größerer Dauer der Blüte hat. Vom gleichen Stock wurde ein Zweig in diffusem Lichte, der andere im Dunkeln gehalten. Die Ergebnisse waren folgende.

	Im Dunkeln		Am Lichte
Morgen	85	. . .	70
Mittag	140	. . .	80
Abend	110	. . .	55
Morgen	78	. . .	15
Mittag	90	. . .	75
Abend	88	. . .	40
Morgen	20	. . .	20
Mittag	22	. . .	22
Abend	70	. . .	30
Morgen	50	. . .	15
Mittag	38	. . .	20
Abend	45	. . .	25

	Im Dunkeln		Am Lichte
Morgen	35	. . .	12
Mittag	25	. . .	20
Abend	20	. . .	25
Morgen	10	. . .	10

Auch hier kommt also eine Intensitätsperiode zum Ausdruck, so zwar, dass die Intensität des Duftes am Abend stärker ist als am Morgen, ja nicht selten zu dieser Zeit ihr Maximum erreicht.

Unsere Tabelle lehrt uns im weiteren, dass die Dunkelheit der Duftabgabe günstiger ist, als die Belichtung, wie sie durch das zerstreute Tageslicht geboten ist.

Der osmotische Druck der Gewebe übt auf den Gang der Duftintensitätskurve einen wichtigen Einfluss aus. Seine Verminderung führt zu einer Verminderung der Intensität des Duftes. Damit hängt wohl der wesentlich veränderte Verlauf der Intensitätskurve zusammen, wenn die Blüten der Versuchspflanze dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt sind. Alsdann beobachtet man

Morgen	50	39	12	10	10
Abend	28	10	4	1	1

Die Maxima fallen entweder mit den Intensitäten des Morgens zusammen (am 3., 4. und 5. Tag) oder folgen unmittelbar auf die Intensität des Morgens (am Tag) und nur am 1. Tag ist das Maximum ca. 2 Uhr Mittags.

Besondere Umstände können bisweilen zu einer starken Vermehrung der Intensität des Duftes führen. Verf. erwähnt eine Beobachtung, die er an Basilikum (*Ocimum Basilicum*) machen konnte. Am Abend und am frühen Morgen konnte durch Berührung der Oberseite der Blätter eine plötzliche bedeutende Steigerung des Geruches erzielt werden. Wurde die Unterseite berührt, dann gelang der Versuch nur sehr unvollkommen. Nach dem Verf. ist der Riechstoff hauptsächlich in der Epidermis und im Palissadengewebe der Oberseite des Blattes lokalisiert. Die Oberfläche zeigt da und dort Vertiefungen, in deren Mitte sich ein kleines Drüsenhaar befindet, dessen Köpfchen die Essenz einschließt. Die Berührung der Hand kann also keine Zellen verletzen, die den Riechstoff enthalten. Deshalb hält Verf. dafür, dass die Vermehrung der Intensität des Geruches auf eine Zusammenziehung der Zellen der Gewebe der Oberseite der Blätter zurückzuführen sei.

Aehnlich wirkt auch eine plötzliche starke Belichtung. Es mögen hier die Ergebnisse von Versuchen an *Polyanthes tuberosa* erwähnt werden.

Die eine Versuchspflanze wurde verdunkelt und in einem gegebenen Moment plötzlich dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt, die Kontrollpflanze war von Anfang an der Sonnenbestrahlung ausgesetzt.

Polyanthes tuberosa.

Zeit	Im Dunkeln	am Lichte
9^{5}	18 cm	15 cm
	Plötzliche Belichtung	
9^{10}	25	14,5
9^{14}	29	14,5
9^{20}	43	—
9^{25}	31	15
9^{33}	18	15
10	17,5	16
2	19	15

Fassen wir die wesentlichsten Versuchsergebnisse noch einmal zusammen.

In höherem Maße als der Sauerstoff bewirkt das Licht die Umwandlung und Zerstörung riechender Stoffe. Stets aber ist die Lichtwirkung viel schneller, als die Wirkung des Sauerstoffs. Es wirkt teils als chemische Kraft, die befähigt ist, die Energie aller Umwandlungen zu erhöhen, welche die riechenden Körper zu durchlaufen haben vom Momente ihrer Entstehung an bis zum Moment ihrer vollständigen Zersetzung, teils mechanisch. Die Intensität des Geruches einer Pflanze hängt vom Gleichgewichtszustand ab, welcher in jeder Tagesstunde entsteht zwischen dem Wasserdruck der Zellen, der bestrebt ist, die in der Epidermis befindlichen Essenzen nach außen zu befördern, und der Lichtwirkung, die dieser Turgescenz entgegenarbeitet. Wegen der beständigen entgegengesetzten Wirkung zwischen Licht und osmotischer Kraft ist es notwendig, dass in allen Fällen diese zwei Kräfte sich in gleichem Verhältnis modifizieren. [13]

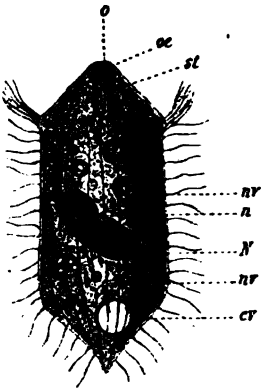
Ueber ein neues holotriches Infusorium *Dinophrya cylindrica* n. sp.

Von **M. Rimsky-Korsakow,**
Assistent am zootomischen Institut der kais. Universität zu St. Petersburg.

In einem Wasserbehälter des zootomischen Instituts der Universität fand sich ein Infusorium aus der Gattung *Dinophrya* Bütschli; da es sich von der einzigen bisher bekannten *Dinophrya*-Art, *D. Lieberkühni* Bütschli schon der äußeren Gestalt nach unterschied, so wurde es einer eingehenderen Untersuchung unterzogen. — Es wurden lebende, sowie fixierte und gefärbte Tiere untersucht; als Fixierungsmittel wurden 1proz. Osmiumsäure und 40proz. Formalin angewandt, wobei beim letzteren Mittel die äußere Form des Infusoriums sich ziemlich gut erhält und eine nachherige Färbung des Kerns mit Alaunkarmin gestattet.

Die äußere Form des Tieres stellt einen Zylinder dar, welcher nach vorne einen abgestumpften Mundkegel bildet und nach hinten

nur ganz wenig erweitert ist; das Hinterende des Tieres läuft in einen kurzen zugespitzten Fortsatz aus. Die Gestalt des Körpers ist ziemlich beständig. Die Länge beträgt 0,04—0,05 mm, bei einer Breite von 0,014—0,019 mm.



Bedeutung der Buchstaben.

o = Mund, *oe* = Schlund, *st* = Stäbchenapparat, *N* = Makronukleus, *n* = Mikronukleus, *nv* = Nahrungsvakuolen, *cv* = kontraktile Vakuole. Vergrößerung circa 1000 mal.

An der Basis des Kegels befindet sich eine kleine Erhöhung in der Gestalt einer rings um den Körper hinziehenden Walze, auf der ein Kranz von verhältnismäßig ziemlich langen (0,0095 mm), feinen, dicht neben einander stehenden Cilien befestigt ist; der Kegel selbst ist unbewimpert. Der übrige Körper ist von etwas kürzeren (0,0076 mm langen) Cilien bedeckt, die in 16 vom Hinterende bis zum Mundkegel verlaufenden Längsreihen angeordnet und auf kleinen Papillen befestigt sind. Auf jeden Längsstreifen kommen etwa 20—22 Cilien.

Die Mundöffnung (*o*) befindet sich an der Spitze des Mundkegels und führt in einen Schlund (*oe*), dessen Wandungen von der Innenseite ein gut ausgebildeter Stäbchenapparat anliegt. Der letztere besteht aus circa 15 (0,004—0,006 mm langen) feinen Stäbchen (*st*), die beim fixierten Tiere oft etwa um die Hälfte ihrer Länge aus der Mundöffnung hervorgestülpt werden. Ob diese Erscheinung auch im lebenden Zustande stattfindet, konnte ich leider nicht feststellen.

Das Ektoplasma ist anscheinend homogen; das sogenannte Corticalplasma ist nur am hintersten Körperende und im Mundkegel entwickelt. Der ganze übrige Körper wird vom körnigen Entoplasma ausgefüllt und enthält viele Nahrungsvakuolen (*nv*) von verschiedener Größe.

Die kontraktile Vakuole (*cv*) liegt in der Nähe des zugespitzten Hinterendes des Körpers. Der Makronukleus (*N*) liegt in der Körpermitte und ist schwach hufeisenförmig; er besitzt eine kleine Ausbuchtung, in welcher stets ein kleiner kugeliger Mikronukleus (*n*) vorhanden ist. Der Makronukleus ist von einer körnig-netzigen Struktur und von einer deutlichen Kernmembran umgeben.

Beim ziemlich raschen Vorwärtsschwimmen dreht sich das Tier fortwährend um seine Längsaxe; zuweilen bewegt es sich auf eine

kurze Strecke rückwärts, wobei die Cilien des Wimperkranzes an der Basis des Mundkegels nach vorne umgeschlagen werden.

D. cylindrica wurde, wie gesagt, in einem Wasserbehälter zufällig aufgefunden; es war dort die erste Zeit in ziemlich großer Anzahl ausschließlich auf der Oberfläche des Wassers anzutreffen; bald aber nahm die Zahl der Individuen ab und nach wenigen Tagen verschwand das Tier gänzlich.

Die Zugehörigkeit des eben beschriebenen Infusoriums zu der Gattung *Dinophrya* scheint keinem Zweifel zu unterliegen, da die Lage des Mundes, die allgemeine Körpergestalt, die Bewimperungsverhältnisse der Beschreibung der Gattung *Dinophrya*, die von Bütschli bei ihrer Errichtung[1]) gegeben wurde, vollkommen entsprechen.

Bis jetzt war aus dieser Gattung nur eine einzige Art — *D. Lieberkühni* bekannt, wie es von Schewiakoff in seiner Monographie der *Infusoria aspirotricha*[2]) angegeben wird. Eine eingehende Beschreibung von *D. Lieberkühni* gab Schewiakoff schon früher in seinen „Beiträgen zur Kenntnis der holotrichen Ciliaten“[3]), in welchen er es für dieselbe Form erklärte, welche von Lieberkühn beobachtet und abgebildet wurde (Bütschli gründete nämlich die Gattung auf die unedierte Abbildung Lieberkühn's); da nun aber zwischen den beiden Formen nicht unbedeutender Unterschied besteht und da *D. cylindrica mihi* wahrscheinlich diejenige Art ist, welche von Lieberkühn gesehen wurde (vergl. Bütschli's Abbildung in *Protozoa* l. c. Taf. 57 Fig. 7), so wären demnach zwei Arten der Gattung *Dinophrya* zu unterscheiden: 1. *D. Lieberkühni* Bütschli, von Bütschli und Schewiakoff beobachtet (und vom letzteren genau beschrieben l. c.) und 2. *D. cylindrica mihi*, welche von Lieberkühn entdeckt und abgebildet, ferner wahrscheinlich auch von Eberhardt[4]) unter dem Namen *Siagonophorus euglenoides* und *S. loricatus* kurz beschrieben und jetzt von mir eingehender untersucht.

Somit beziehen sich die Worte Bütschli's (l. c.) „neuerdings von mir und Schewiakoff untersuchte Form“ nicht auf Lieberkühn's Form, sondern auf die andere Art — *D. Lieberkühni*.

Was den Unterschied zwischen den beiden Arten betrifft, so besteht er erstens in der äußeren Körperform: *D. Lieberkühni* hat eine keulen- resp. birnförmige Gestalt, die nach hinten allmählich verengt ist und in ein mehr oder weniger spitzes Hinterende ausläuft (vergl.

1) Bronn's Klassen u. Ordn. des Tierreichs, *Protozoa*, Bd. III, S. 1682, Taf. 57, Fig. 7.

2) Mém. de l'Acad. Imp. des Sciences St. Pétersbourg, VIII. Sér., Cl. Physico-Mathém., V. IV, Nr. 1, 1896 (russisch), p. 176—178, Taf. II, Fig. 38.

3) Bibliotheca zoologica, Heft 5, 1889, p. 17—19, Taf. II, Fig. 22—26.

4) Infusorienforschung. Osterprogramm der Realschule zu Koburg, 1858, und Zweite Abhandlung über Infusorienwelt. Programm der Realschule zu Koburg, 1862.

die Abbildungen in den oben genannten Arbeiten Schewiakoff's); die Körperform des Infusoriums auf der Abbildung Lieberkühn's (vergl. Bütschli's Abbildung) entspricht ziemlich genau derjenigen von *D. cylindrica*. Zweitens besitzt *D. Lieberkühni* 20 (nicht 16) Längsreihen von Cilien, wobei auf jeder Reihe 16—18 (nicht 20—22) Cilien zukommen. Drittens ist der Kern von *D. Lieberkühni* im Gegensatz zu *D. cylindrica* kugelig.

In Bezug auf die systematische Stellung der Gattung *Dinophrya* schließe ich mich der Ansicht Schewiakoff's an, welcher dieselbe in die Familie *Cyclodinina* Stein unterbrachte und mit den übrigen Gattungen dieser Familie d. h. *Didinium* und *Mesodinium* verglich, nicht aber derjenigen Bütschli's, welcher diese Gattung in die Familie *Holophryina* einreihte. In der Familie *Cyclodinina* ist die Tendenz zur Reduktion der Bewimperung nicht zu verkennen, was bei *Holophryina* (mit Ausnahme der Gattung *Urotricha*) nicht der Fall ist. *Dinophrya* stellt die erste Stufe einer solchen Reduktion dar: bei dieser Gattung ist nur am Vorderende des Körpers (Mundkegel) die Bewimperung verloren gegangen, der übrige Teil des Tieres besitzt noch, wenn auch spärlich verteilte, Cilien. Bei den 2 übrigen Gattungen dagegen erhalten sich die Cilien nur in der Form von 1 oder 2 Wimperkränzen. Phylogenetisch könnten wohl, wie es Schewiakoff annimmt, die *Cyclodinina* aus den *Holophryina* entstanden sein.

Zum Schlusse sei es mir gestattet Herrn Professor W. T. Schewiakoff, unter dessen Leitung die Arbeit ausgeführt wurde, meinen innigsten Dank auszusprechen. [26]

Dezember 1896.

Ein Beitrag zur näheren Kenntnis der Anatomie des Rückengefäßes und des sog. Herzkörpers bei den Enchytraeiden.

(Aus dem vergleichend-anatom. Institute der k. k. Univ. Lemberg.)

Von Prof. Dr. **Józef Nusbaum** und **Jan Rakowski** stud. phil.

Im Jahre 1887 entdeckte Dr. W. Michaelsen („Enchytraeiden-Studien" in Archiv f. mikroskopische Anatomie, Bd. XXX) eine besondere Bildung im Inneren des Rückengefäßes mancher Enchytraeiden und namentlich beim Genus *Mesenchytraeus*. Man hat diese Bildung mit dem Herzkörper mancher Polychaeten, wie *Terebellides Strömii*, *Pectinaria belgica* u. s. w. homologisiert.

In der ventralen Medianlinie, fest an die Innenseite der Gefäßwand anliegend, zieht sich der Herzkörper, nach Michaelsen, durch das ganze Rückengefäß hin und „besteht aus verschieden großen Zellen mit deutlichen Zellwänden und Zellkernen und feiner Protoplasma-Granulation. Bei *Mesenchytraeus mirabilis* und *M. primaevus* ist er dick. mit unregelmäßigen, oft starken Anschwellungen, im Querschnitt

vielzellig. Bei *M. falciformis*, *M. Beumeri* und *M. flavidus* ist er dünner, fast glatt, mit nur schwachen Anschwellungen und zeigt im Querschnitt nur wenige Zellen". Einen solchen Herzkörper hat Michaelsen später nur noch beim *Stercutus* gefunden und seitdem ist der Herzkörper als eine Bildung sui generis von allen Forschern angesehen worden. Michaelsen bemühte sich, diese Bildung mit gewissen Organen bei anderen Enchytraeiden zu homologisieren. „Der Herzkörper (des *Mesenchytraeus*) — sagt er — muss wohl als Einwucherung des Darmepithels in das Rückengefäß, und deshalb als homolog gewissen Organen bei anderen Enchytraeiden z. B. den Darmdivertikeln der Buchholzien angesehen werden". Aber gegen diese Annahme Michaelsen's sprechen folgende wichtige Thatsachen: 1. Der ganz differente Bau des Herzkörpers und der Darmdivertikeln, 2. die Thatsache, dass die epitheliale Darmwand von dem mit dem Rückengefäße kommunizierenden Darmblutsinus durch eine Lage Endothelzellen überall abgegrenzt ist (Hesse, Nusbaum, Ude) und 3. der Mangel eines jeden Zusammenhanges des Herzkörpers mit der Darmwand.

Im Jahre 1895 hat einer von uns (J. Nusbaum, „Zur Anatomie und Systematik der Enchytraeiden", Biolog. Centralblatt) darauf hingewiesen, dass mit der Wand des Rückengefäßes kernhaltige Zellen zusammenhängen, die viele gelbliche und braunliche Körnchen im Plasma enthalten, ins Innere des Gefäßlumens mehr oder weniger hineinragen und auch mittels ihrer Ausläufer Netze bilden können. Der Verfasser war der Ansicht, dass diese Zellen als Homologa der Blutkörperchen anzusehen sind, von welchen sie sich in erster Linie dadurch unterscheiden, dass sie mit der Gefäßwand zusammenhängen. Bei kleinen, durchsichtigen Enchytraeiden-Arten hat der Verfasser beobachtet, dass in Folge des Stromes der Flüssigkeit im Inneren des Gefäßes die genannten Zellen eine Art pendelnde Bewegung ausführen. Der Verfasser hat schon damals folgende Vermutung ausgesprochen: „Es scheint mir wahrscheinlich, dass der sog. Herzkörper der Mesenchytraeiden eine Bildung von demselben morphologischen Werte ist, wie die genannten Zellen".

Michaelsen und Ude haben auch Endothelzellen im Rückengefäße gesehen, aber weder Zellennetze im Lumen des Gefäßes beobachtet, noch einen irgendwelchen morphologischen Zusammenhang der Zellen mit dem sog. Herzkörper vermutet.

H. Ude, der verdienstvolle Kenner der Enchytraeiden, in seiner Arbeit „Beiträge zur Kenntnis der Enchytraeiden und Lumbriciden" (Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. LXI, 1, 1895) hat bei den Echytraeiden *Bryodrilus ehlersi* Ude Endothelzellen im Rückengefäße beobachtet und sagt daneben: „An einzelnen Stellen findet man weiterhin, dass von der Wandung des Rückengefäßes in das Lumen hineinragende

Zellen hervorspringen, an denen Nusbaum im lebenden Tiere eine Art pendelnde Bewegung beobachtet hat. . . . Es scheint mir sicher, dass sie (d. i. diese Zellen) nichts Anderes als weit in das Lumen hervorspringende Endothelzellen sind. Einmal spricht dafür, dass sich diese Zellen mit Karmin gerade so färben, wie die eigentlichen Endothelzellen und außerdem kann man stets zwischen den niedrigsten Endothelzellen und den am weitesten in das Rückengefäß hineinragenden Zellen alle möglichen Zwischenstufen beobachten".

Neue Untersuchungen, die wir gemeinschaftlich durchgeführt haben, überzeugen uns aber, dass die obige Vermutung Ude's nicht richtig ist, und namentlich, dass die Zellen im Innern des Rückengefäßes ganz spezielle, vom Endothel unabhängige Bildungen darstellen und dass sie eben dem Herzkörper homolog sind. Außerdem haben wir in dem Baue der Rückengefäßwandung einige neue nicht uninteressante Eigentümlichkeiten gefunden.

Wir haben die großen *Fridericia*-Arten: *Fr. Ratzelii*, *Fr. striata* und den *Mesenchytraeus setosus* näher untersucht.

Vor Allem müssen wir bemerken, dass, da im Darmkanale der Enchytraeiden gewöhnlich viele Erdpartikelchen sich finden, was das Erhalten von ununterbrochenen Schnittserien in hohem Grade erschwert, folgendes Verfahren als sehr zweckmäßig sich erwies. Wir haben eine Anzahl von Exemplaren ausgewählt und sie einige Tage in einem Gefäße zwischen modernen Blättern gehalten, die vorher sehr präcis mit Wasser abgespült wurden. Nach einigen Tagen war der Darmkanal ganz von Erdpartikelchen frei. Die Würmchen haben wir dann auf Korkplättchen ausgezogen, mit Igelstacheln an beiden Enden befestigt (um das immer bei der Fixierung eintretende Zusammenrollen zu verhindern), in heißer Sublimatlösung fixiert und nachher in immer stärkerem Alkohol gehärtet u. s. w.

Bei den großen *Fridericia*-Arten haben wir vor Allem konstatiert, dass in dem Rückengefäße, das bekanntlich an seinem hinteren Ende in den, den Darmkanal umgebenden und von Endothelzellen begrenzten Blutsinus sich öffnet, zwei Abteilungen zu unterscheiden sind nämlich: in der vorderen Abteilung ist das Rückengefäß ganz von der Darmwand getrennt. Es besitzt hier eine äußere Peritonealzellenschicht, seine eigene, nicht mit der Darmwand zusammenhängende, zirkuläre Muskelschicht und Endothel. In der hinteren, etwa die Hälfte ausmachenden Abteilung des Rückengefäßes geht nicht nur die Peritonealzellenschicht des Gefäßes, sondern auch die Muskulatur desselben kontinuierlich in die des Darmes über. Die zirkuläre Muskelfaserschicht beider Organe hat hier nämlich auf Querschnitten die Gestalt der Umrisse einer Sanduhr, wobei jedoch der untere den Darm umgebende Teil umfangreicher als der obere, d. h. dem Rückengefäße angehörende ist (Fig. 1).

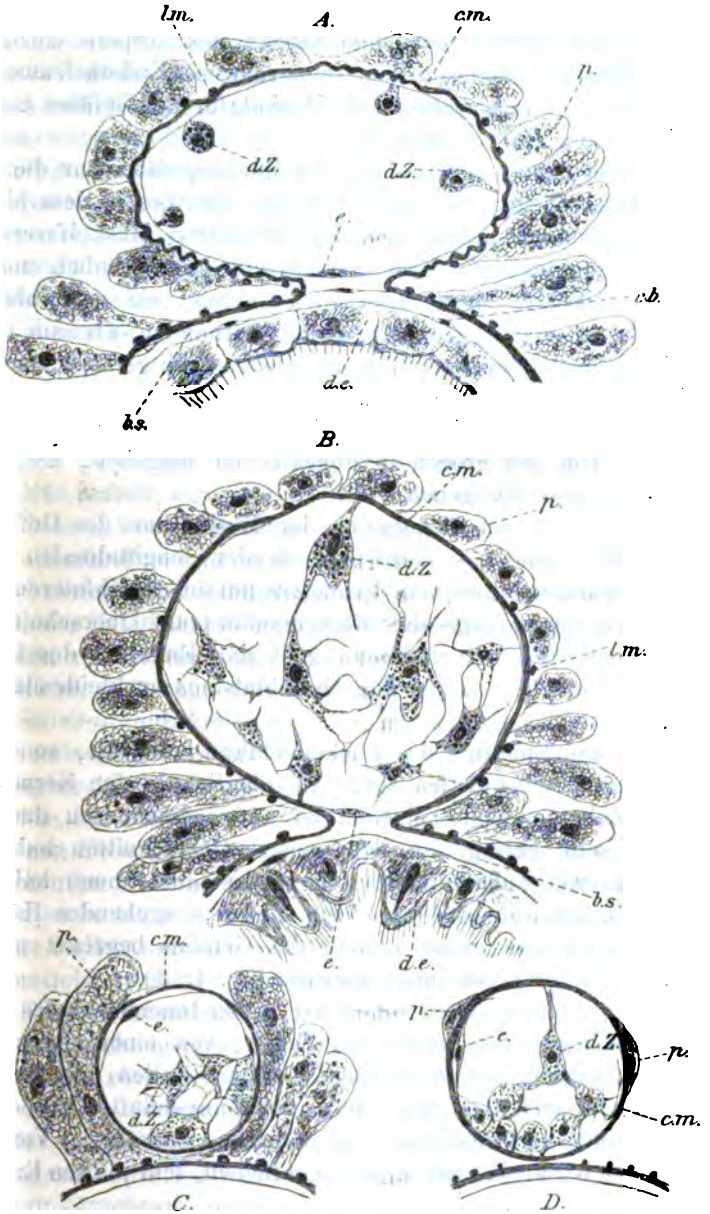


Fig. 1. *A* u. *B* = Querschnitte durch die hintere Hälfte des Rückengefäßes von *Fridericia Ratzelii*. *A* = Aus der vorderen Gegend der hinteren Hälfte; *B* = aus der Endgegend der hinteren Hälfte; *C* u. *D* = Querschnitte durch das Rückengefäß von *Mesenchytraeus setosus*; *p* = Peritonealzellen; *e* = Endothel; *c. m.* = circuläre Muskelfaserschicht; *l. m.* = longitudinale Muskelfasern; *d. e.* = Darmepithel; *d. z.* = Drüsenzellen; in *C.* u. *D* = Herzkörper; *b. s.* = Blutsinus; *e. b.* = Endothel des Blutsinus.
Oc. 4. Syst. hom. Imm. $^1/_{12}$ Reichert.

In der hinteren Hälfte des Rückengefäßes ist also das Lumen desselben in der Gegend der Medianebene des Körpers einzig und allein durch das Endothel von dem seinerseits mit Endothel ausgekleideten Blutsinus getrennt, während die Muskulatur des Gefäßes ununterbrochen in die des Darmes übergeht.

Während in dem vorderen Teile des Rückengefäßes nur die zirkuläre Muskelfaserschicht existiert, finden sich überdies in dem hinteren Teile desselben nach außen von der zirkulären Muskelfaserschicht auch einzelne longitudinale Muskelfasern, die ganz ähnlich aussehen wie die longitudinalen Muskelfasern des Darmes; sie sind aber am Rückengefäße in viel spärlicher Anzahl vorhanden als am Darme. Sehr oft ist die zirkuläre Muskelfaserschicht vielfach gefaltet; in diesen Fällen kann man die außerordentlich zarte Endothelwand sehr gut beobachten (Fig. 1, *A*). Von außen ist die Muskulatur des Gefäßes, wie bekannt, von den großen Peritonealzellen umgeben, die in diejenigen des Darmes übergehen.

Den kontinuierlichen Uebergang der Muskulatur des Gefäßes in die des Darmes und das Vorhandensein der longitudinalen Fasern außer den zirkulären kann man besonders gut in dem hinteren, herzartig angeschwollenen Teile des Rückengefäßes auf Querschnitten beobachten. Noch weiter nach hinten geht das Endothel des Rückengefäßes ununterbrochen in das den Darmblutsinus auskleidende Endothel über.

Was nun das Endothel des Rückengefäßes anbetrifft, so ist dasselbe sehr platt; seine Zellen sind mit länglich ovalen Kernen versehen. Die Zahl der Endothelzellen ist auf Querschnitten durch das Rückengefäß sehr gering; an den meisten Querschnitten haben wir nur eine oder zwei Endothelzellen angetroffen, aber immer haben wir ein außerordentlich dünnes, von diesen Zellen ausgehendes Häutchen gesehen, welches das ganze Lumen des Gefäßes begrenzt und der zirkulären Muskulatur von innen anliegt (Fig. 1, *A*).

Außer den Endothelzellen finden wir an der Innenfläche des ganzen Rückengefäßes noch eine andere Art Zellen, von einem ganz eigentümlichen Charakter und namentlich: saftige Zellen, die reich an Plasma sind und außerdem sehr viele, dicht angehäufte, größere und kleinere, gelbliche bis bräunliche Sekretkörnchen enthalten. Von diesen letzteren finden wir keine Spur in den eigentlichen, sehr platten Endothelzellen.

Diese gelblich-bräunlichen Zellen sind gewöhnlich mittels kurzer Stiele mit der Endothelwand verbunden. Die nach Innen des Gefäßlumens zugekehrten Enden dieser Zellen sind gewöhnlich breiter und kugelförmig angeschwollen. Manche Zellen besitzen aber keine Stiele und sind mehr oder weniger abgerundet; es existieren alle möglichen Uebergänge zwischen den gestielten und stiellosen Zellen. Bei den von uns

untersuchten Formen haben wir aber keinen Uebergang dieser Zellen in die des Endothels beobachtet und wir betrachten deshalb dieselben für ganz spezielle, von den Endothelzellen sich durch ihren Habitus und Bau sehr unterscheidende Bildungen.

Im hinteren, herzartig angeschwollenen Teile des Rückengefäßes sind die genannten Zellen mehr oder weniger gestreckt und polygonal, bilden verschiedenartige, dünne Ausläufer, dringen tief ins Innere des Gefäßes ein, sind größtenteils mittels feiner Fasern mit der Endothelwand verbunden und verbinden sich netzartig miteinander, so dass sie zur Bildung feiner und zarter Netze beitragen (Fig. 1, *B*). In den Fäden dieser Netze sind dieselben Körnchen vorhanden, wie im Plasmaleibe der Zellen. Von den abgerundeten oder gestielten bis zu den gestreckten und verästelten Zellen kann man alle Uebergänge finden.

Es steht somit fest, dass die genannten Zellen der Fridericien Bildungen darstellen, die ganz unabhängig von den Endothelzellen sind. Nun haben wir aber gefunden, dass sie ganz denselben Charakter haben, wie die Zellen des Herzkörpers bei der Gattung *Mesenchytraeus*. Beim *Mesenchytraeus setosus* haben wir auch gefunden, dass die Endothelzellen des Rückengefäßes sehr abgeplattet sind, in ein dünnes, das Gefäß auskleidendes Häutchen übergehen und der gelblich-bräunlichen Körnchen entbehren, während die Zellen des Herzkörpers viele solcher Körnchen enthalten; dieselben sind jedoch feiner als in den gelblich-bräunlichen Zellen anderer Enchytraeiden. Weiter haben wir gefunden — und das ist besonders wichtig — dass die Zellen des Herzkörpers hie und da mittels feiner Ausläufer sich verbinden, also auch eine Art Zellennetz bilden (Fig. 1, *C.* u. *D.* — *d. z.*). An verschiedenen Teilen des Rückengefäßes ist die Zahl der den Herzkörper ausmachenden Zellen verschieden; an manchen Querschnitten vier, an anderen sechs bis acht u. s. w. An manchen Querschnitten beträgt die Zahl der Zellen nur zwei oder drei, dieselben sind von einander entfernt, mittels Ausläufer verbunden und mit der Endothelwand mittels enger Stiele verbunden, ganz ähnlich wie die oben beschriebenen Zellen im Rückengefäße der Fridericien und anderer Enchytraeiden.

Aus dem oben gesagten geht ohne Zweifel hervor, dass der Herzkörper nicht eine spezielle, nur dem *Mesenchytraeus* (und *Stercutus*) unter den Oligochaeten zukommende Bildung ist. Bei allen Enchytraeiden existieren im Rückengefäße außer den Endothelzellen noch besondere körnchenreiche Zellen, die beim *Mesenchytraeus* in der ganzen Länge des Gefäßes mehr oder weniger gleichmäßig entwickelt sind, größtenteils zusammengehäuft liegen und einen strickförmigen zelligen Körper bilden. Was bedeuten nun alle diese Bildungen bei den Enchytraeiden?

Schon einmal hat einer von uns sie als Bildungen, die den Blutkörperchen anderer Würmer homolog sind, betrachtet. Morphologisch

entsprechen sie möglicherweise zum Teil den Blutkörperchen, denn sie sind ja Zellen im Inneren der Gefäße, die unabhängig vom Endothel sind. Sie unterscheiden sich aber von typischen Blutkörperchen erstens dadurch, dass sie mit den Wänden der Gefäße zusammenhängen und zweitens, dass sie zu Drüsenzellen umgestaltet sind, denn sie enthalten sehr viele, charakteristische, gelbliche bis bräunliche Sekretkörnchen. Am wahrscheinlichsten entsprechen sie also den sog. Blutdrüsen, die E. Perrier in den Gefäßen von *Pontodrilus* beschrieben hat und welche G. Eisen (Memoirs of the California Academy of Sciences, Vol. II, Nr. 4, Pacific coast Oligochaeta, 1895) bei *Pontodrilus Michaelseni* in den Kapillargefäßen der Speicheldrüsen und Septaldrüsen gesehen hat. Sie sind auch denjenigen „granulahaltigen" Zellen des *Phreodrilus* homolog, die nach Beddard im Inneren des gewundenen Gefäßes sich finden, das im 12. oder 13. Segmente das Rückengefäß mit dem Ventralgefäße verbindet (Frank Evers Beddard, A Monograph of the Order of Oligochaeta, 1895). Sie entsprechen weiter den großen Chloragogenzellen, die nach Claparède die blindgeschlossenen, metamer gelegenen Divertikel des Rückengefäßes beim *Lumbriculus* ausfüllen. In allen diesen Fällen haben wir es mit Drüsenzellen zu thun, die sehr reich an Granula (gewöhnlich Granula von gelblicher oder bräunlicher Farbe) sind und die mit der Endothelwand an verschiedenen Stellen des Gefäßsystems zusammenhängen. Dass die Blutdrüsen der verschiedenen Oligochaeten dem Herzkörper im Rückengefäße bei *Mesenchytraeus* entsprechen, hat auch Eisen (l. c.) bemerkt, indem er sagt: „In some of the larger blood-vessels in the salivary gland the blood gland takes the form of a „herzkörper" und weiter: „The blood glands beseribed by Claparède, Lankester and others . . . are probably of a similar construction, and judging from the figure given by Michaelsen of the „herzkörper" in *Enchytraeus* (es sollte wahrscheinlich *Mesenchytraeus* sein), we may conclude that it, too, is identical with the blood gland in *Pontadrilus*".

Unsere oben dargelegten Beobachtungen, aus welchen hervorgeht, dass der Herzkörper des *Mesenchytraeus* (und des *Stercutus*) von den Blutdrüsenzellen aller anderen Enchytraeiden ableitbar und ihnen ganz streng homolog ist, und dann die sehr ähnliche histologische Beschaffenheit aller dieser Bildungen sowie die ähnliche Lage (im Inneren der Gefäße, im Zusammenhange mit Endothelium) derselben überzeugen uns, dass wir in allen genannten Fällen Bildungen vom ganz gleichen morphologischen Werte vor uns haben. Ihre physiologische Rolle bleibt jedoch bis jetzt im Dunkel. [28]

Neuere Untersuchungen über das Leben der Wespen.

[1] Marchal P., La reproduction et l'évolution des Guêpes sociales in: Arch. Zool. expér. (3) Tom. 4, 100 pg., 1896.

[2] Derselbe, Observations sur les *Polistes* in: Bull. Soc. Zool. France, Tome 21, p. 15–21, 1896.

[3] Janet Ch., Études sur les Fourmis, les Guêpes et les Abeilles, IX. Sur *Vespa crabro* L.; histoire d'un nid depuis son origine in: Mém. Soc. Zool. France, Tome 8, 140 pg., 1895.

[4] Derselbe, Études etc., X. Sur *V. media*, *V. silvestris* et *V. saxonica* in: Mém. Soc. acad. Oise, Tome 16, 28—58 pg., 1895.

[5] Derselbe, Études etc., XI. Sur *Vespa germanica* et *V. vulgaris*. Limoges 1895. 26 pg.

[6] Ihering H. von, Zur Biologie der sozialen Wespen Brasiliens in: Zool. Anzeiger, 19. Bd., N. 516, S. 449—453, 1896.

Das in letzten Jahren reger gewordene Interesse für biologische Forschung hat zu einer Anzahl neuer Arbeiten über das Leben der sozialen Wespen Veranlassung gegeben, deren allgemeine Ergebnisse hier besprochen werden sollen.

Marchal [1] hat an mehreren Arten der Gattung *Vespa* die Erscheinungen der Fortpflanzung untersucht. Jedes Wespennest wird bekanntlich von einem im Spätsommer geborenen und befruchteten Weibchen begründet, welches als Imago überwintert hat und im Frühling zu bauen beginnt. Eine zeitlang ist jenes Weibchen das einzige am Nest wirkende Individuum. Nach und nach erscheinen die ersten kümmerlich ernährten Arbeiterinnen, welche der Mutter helfen und reichlicheres Futter heimtragen. Die Larvenbevölkerung des Nestes ist vorübergehend gegen die Zahl der Imagines überwiegend, bis später beide Zahlen sich ausgleichen und sogar das Verhältnis umgekehrt wird, als zur Blütezeit der Gesellschaft die Bevölkerung eines Nestes die Zahl von 80 000 bis 100 000 Individuen erreichen kann. Sobald die ersten Arbeiterinnen im Stande sind, das Nest zu verproviantieren, geht die Mutter immer weniger aus und bleibt am Ende ständig im Neste: ihre Flügel bekommen an der Spitze Verletzungen und an ihrem Leib erscheinen braune Abnutzungsflecken.

Die Männchen erscheinen als Larven zuerst gegen Mitte August; das Geschlecht der männlichen Larven lässt sich leicht an den am Rücken als dunkler paariger Fleck durchscheinenden Hodenanlagen erkennen. Zu gleicher Zeit werden in den Nestern der unterirdisch lebenden Arten (*V. germanica* und *V. vulgaris*) größere Zellen gebaut, welche zur Erziehung der echten Weibchen (Königinnen) bestimmt sind. Die untersten Waben, welche die zuletzt gebauten sind, werden ausschließlich aus solchen Zellen zusammengesetzt; manchmal besteht eine höher liegende Wabe aus zweierlei Zellen, wobei die größeren den Rand einnehmen, also später als die kleineren zentralen entstanden sind. Anfangs findet man in den großen Zellen sowohl männliche als

weibliche Larven; später werden die Männchen nur in kleineren Zellen (Arbeiterzellen) gezüchtet, die großen werden nur noch für Weibchen gebraucht. Das Ausschlüpfen der Männchen steigt sehr rasch an und erreicht Anfang September sein Maximum, um dann allmählich abzunehmen. Diese und die weiter zu referierenden Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf *V. germanica*.

Da die Männchen aus unbefruchteten, parthenogenetischen Eiern entstehen, und da solche Eier auch von sog. Arbeiterinnen produziert werden können, so tritt die Frage auf ob und inwiefern solche eierlegende Arbeiterinnen sich an die Erzeugung der männlichen Wespen beteiligen.

Bis Ende Juli konnte in normalen Nestern von *V. germanica* kein reifes Ei in den Ovarien von Arbeiterinnen gefunden werden. Mitte August sind solche vorhanden, aber in geringer Zahl und bei wenigen Individuen: in einem Falle traf Verf. unter 88 Arbeiterinnen 6 mit reifen oder halbreifen Eiern, deren Zahl aber meist eine sehr geringe war (je 2—3). Da aber zu jener Zeit die Bevölkerung des Nestes eine sehr große ist, so kann die Eierablage von Seiten der Arbeiterinnen eine beträchtliche sein. Im September waren wieder keine fruchtbaren Arbeiterinnen mehr zu finden. Da aber junge männliche Larven auch später in großer Zahl erzeugt werden, so muss man daraus schließen, dass Arbeiterinnen und Königin sich zugleich an der Erzeugung der Männchen beteiligen.

Die Verhältnisse gestalten sich ganz verschieden, sobald die Königin im Neste fehlt oder aufgehört hat Eier zu legen. Dann steigt die Fruchtbarkeit der Arbeiterinnen sehr beträchtlich: es kann sogar ein Drittel der ganzen Bevölkerung sich an die Eierproduktion beteiligen; die Zahl der Eier kann so groß werden, dass in jeder Zelle mehrere Eier, ja sogar Eier außerhalb der Zellen gelegt werden. In solchen Nestern legen die Arbeiterinnen in jeder Jahreszeit Eier, also auch im Frühsommer und im Herbst, d. h. zu Zeiten, wo normale Nester keine fruchtbare Arbeiterin enthalten.

Es wurden auch künstliche Nester angelegt, deren Bevölkerung nur aus Arbeitern bestand. Stets wurden nach kurzer Zeit frische Eier gelegt, vorausgesetzt, dass junge Arbeiterinnen vorhanden waren. Bei Mangel einer rechten Königin werden die jüngeren Arbeiterinnen fruchtbar und erzeugen eine reichliche parthenogenetische, daher rein männliche Nachkommenschaft.

Die Ursache dieser anormalen Fruchtbarkeit liegt darin, dass wenn die Königin nicht da ist oder sonst aufgehört hat, Eier zu legen, die Zahl der zu ernährenden Larven bald geringer wird; die Arbeiterinnen können dann einen größeren Teil der Nahrung die sie heimbringen und meist an die Larven verfüttern für sich selbst benutzen. Die Folge der reichlicheren Ernährung ist für jüngere Arbeiterinnen die Ausbildung der sonst verkümmernden

Ovarien; bei älteren Arbeiterinnen sind diese Organe jeder Funktion unfähig geworden. Ebenfalls auf reichlichere Ernährung ist die in der Blütezeit des Wespennestes auftretende zeitweise und geringe Fruchtbarkeit einiger Arbeiterinnen normaler Nester zurückzuführen; zu jener Zeit erreicht das Verhältnis der Zahl der Arbeiterinnen zu der der Larven sein Maximum; demgemäß ist zugleich das Verhältnis der Nahrungszufuhr zur Bevölkerung des Nestes ein möglichst großes.

Die Vergleichung der unterirdisch nistenden Wespenarten (*V. germanica* und *vulgaris*) mit jenen, welche ihre Nester in der freien Luft bauen, zeigt, dass bei letzteren der Nestbau wie der Grad der Differenzierung zwischen Arbeiterinnen und vollkommenen Weibchen nicht so weit gediehen sind wie bei den ersteren. Es werden zur Erziehung der Königinnen keine besonderen Zellen gegründet, sondern nur gewöhnliche Zellen dadurch vergrößert, dass sie trichterartig verlängert werden; es geschieht dieses besonders leicht, weil der Grundplan der Waben nicht flach ist, sondern mehr oder weniger gewölbt oder die Randzellen schief gestellt sind. Durch diese Bauart bilden solche Nester einen Uebergang zur viel primitiveren Struktur der Nester von *Polistes*.

Die Differenzierung der weiblichen Wespen in Arbeiterinnen und Königinnen wird, wie die Untersuchung des Mageninhaltes der Larven lehrt, einzig und allein durch Quantität der Nahrung bedingt; dementsprechend sind die morphologischen Unterschiede beider Stände sehr geringe, ja kaum andere als die der Körpergröße und der verschiedenen Entwicklung der Geschlechtsorgane. Die Ovarien sind reduziert oder rudimentär; ob die Arbeiterinnen begattungsfähig sind kann nicht festgestellt werden, denn die Männchen kümmern sich nicht um dieselben. — Verfasser nimmt an, dass, im Laufe der Generationen, durch den Einfluss der gesamten Verhältnisse, unter welchen die Entwicklung der Wespenkolonien stattfindet, das Keimplasma seine Eigenschaften verändert hat und fähig geworden ist zweierlei Weibchen zu erzeugen, je nach Menge und Art der eingenommenen Nahrung. Die Ausbildung dieser veränderten Beschaffenheit des Keimplasma, der differenten Erziehungsweise von Arbeiterinnen und Königinnen und des damit verbundenen Dimorphismus des weiblichen Geschlechts schritten mit einander vorwärts. So entstanden am Ende die höchsten Grade des Dimorphismus, wie sie z. B. bei *Apis* bestehen; hier kommen bekanntlich nicht nur quantitative, sondern zugleich qualitative Unterschiede der Nahrung im Spiel und dementsprechend auffallende morphologische und biologische Differenzen zwischen Arbeiterinnen und Königinnen.

Im Wesentlichen ist diese Auffassung nicht verschieden von jener, welche ich bereits früher in dieser Zeitschrift[1]) ausgesprochen habe.

1) Die Entstehung und Ausbildung des Arbeiterstandes bei den Ameisen in: Biolog. Centralbl., XIV. Bd., S. 53 ff., 1894.

Ich nahm an, der Arbeiterstand sei dadurch gebildet worden, dass das Keimplasma der sozialen Insekten auf verschiedene Nahrung durch Erzeugung verschieden gebauter Individuen reagiere. Während ich aber mit Weismann annehme, dass das Keimplasma aus verschiedenartigen, die Eigenschaften des Organismus bestimmenden Teilchen besteht, leugnet Marchal die Existenz solcher Teilchen im Keimplasma. Ueber die Momente, welchen das Keimplasma die Entstehung der zur Arbeiterbildung nötigen Eigenschaften verdankt und welche Marchal in die während vieler Generationen fortwirkenden Ernährungsverhältnisse verlegt, hatte ich mich damals nicht ausgesprochen und halte auch jetzt jede Annahme bestimmter Ursachen für unbegründet.

In einer anderen Arbeit beschäftigt sich Marchal [2] mit der Biologie von *Polistes*. Es wird festgestellt, dass die erste Zelle, welche gebaut wird nicht prismatisch sondern zylindrisch ist (ich kann das durch eigene Beobachtung bestätigen) und erst die später an dieselbe gebauten Zellen nach und nach die polygonale Form bekommen. Es ist bereits früher vermutet worden, dass die europäische *Polistes*-Art in ihren Waben Honig halten möge, wie es für amerikanische Arten bestimmt der Fall ist. In einer Anzahl Nester von *P. gallicus* var. *diadema* aus Südfrankreich, welche Verf. Ende April erhielt, fand er thatsächlich einige Tropfen Honig: dieselben lagen in Zellen, welche bereits Eier enthielten. Die Nester waren noch klein und bestanden aus 25—59 Zellen (meistens mehr als 30). Der Honig war also offenbar von der noch einsam lebenden Mutter gesammelt worden. Auf einigen Nestern wurden mehrere Wespen gefunden, was darauf zu deuten scheint, dass mehrere Weibchen sich an der Gründung eines Nestes beteiligen mögen.

Janet [3] beobachtete am 15. Mai 1894 die Gründung eines Nestes von *Vespa crabro*. Die Mutter wurde bemerkt, als sie erst den Stiel des Nestes gebaut hatte, welcher nach 9 Tagen bereits acht Zellen trug; zugleich war auch die Anlage einer Kartonhülle in Form eines Schirmes da. Schritt für Schritt verfolgte Verf. das Anwachsen des Baues, das Ausschlüpfen der ersten Arbeiterinnen und ihre Beteiligung an das gesellige Leben. Nach 41 Tagen war eine vollständige birnförmige Hülle mit unterem Flugloch vorhanden und die noch einzige Wabe bestand aus 26 Zellen; nur eine Zelle (die erste) war zugesponnen, die übrigen waren noch offen und enthielten Eier oder Larven. Die erste Arbeiterin schlüpfte am 9. Juli, nach 56 Tagen aus. Bis dahin hatte die Mutter allein die ganze Arbeit am Nest und die Fütterung der Larven besorgt, machte dabei unzählige Ausflüge und brachte die meist kurzen Ruhezeiten dazwischen um den Stiel der Wabe unter der Hülle kreisförmig gebogen zu. Bald wurde aber die Entwicklung des Nestes keine normale mehr, denn es wurde vom Beobachter öfter gestört, Larven herausgenommen, der Bau verletzt u. dgl.

Es sei hier hervorgehoben, dass die Hornissen die Zerstörung selbst großer Stücke der Nesthülle kaum bemerken, während sie dagegen bei jeder geringen Verletzung der Waben sehr aufgeregt werden und dieselbe auch dann erkennen, wenn sie während ihrer Abwesenheit geschah.

Die erste von der Mutter gebaute Hülle wurde bald zu eng, sie wurde dann von den Arbeiterinnen zerstört und eine neue gebaut, welche, wenn die Waben weiter gewachsen waren, wiederum durch eine dritte ersetzt werden musste. Die Nesthülle scheint hauptsächlich dazu zu dienen, die Wärme im Nest zu erhalten. Die Temperatur ist nämlich im Nest immer mehrere Grade höher als außerhalb desselben; denn eine gewisse Wärme ist für die Entwicklung der Eier notwendig und eine auch vorübergehende Erkältung genügt, um sie abzutöten. Wenn im Herbst die Temperatur sinkt, werden der bis dahin einfachen Nesthülle gewölbte Schuppen in mehreren Schichten aufgesetzt; derart wird dieselbe von unregelmäßigen Lufträumen umgeben, welche zur Erhaltung der inneren Wärme wesentlich beitragen.

Nur selten fehlt die Kartonhülle an Hornissennestern ganz, was eigentlich wegen Raummangel geschieht; ein solcher Fall wurde an einem Nest beobachtet, welches in einer engen Höhlung eines Baumstammes sich befand. An einem anderen Nest, welches unter einem Dach in dem von zwei Mauern gebildeten Winkel aufgehängt war, berührten die Waben fast die Mauern und waren an dieselben befestigt; die Kartonhülle bedeckte nur die freie Seite des Nestes. Zweifellos waren aber diese Zustände erst sekundäre und die Nester dürften, als sie kleiner waren, ihre vollständige Hülle besessen haben, welche, um Raum zu schaffen, später zerstört wurde.

In seinen weiteren Schriften [4, 5] schildert Janet die Bauten der übrigen einheimischen *Vespa*-Arten. — Die Nester von *V. media* und *silvestris* sind kleiner als die der anderen Arten: sie bestehen aus weichem Papier und sind meist an Bäumen frei aufgehängt. Ihre Umhüllung besteht aus mehreren konzentrischen Papierwänden, welche nach einander von innen nach außen gebaut und in derselben Reihenfolge zerstört werden, als die wachsenden Waben einen größeren Raum erfordern. Das von diesen Wespen sowie von *V. germanica* produzierte Papier wird aus Holzfasern gebildet, welche sie mit ihren Mandibeln von etwas verwittertem aber noch festem Holz abkratzen. Dagegen brauchen *V. vulgaris* und *V. crabro* zu ihrem brüchigen dickeren Karton faules Holz. Bei *V. media* konnte Verf. die Bildung eines Streifens am Rand der Nesthülle genau unter der Lupe verfolgen. Die Wespe hält den Ballen von gekautem Holzteig zwischen Oberkiefer und Unterlippe und presst ihn derart, dass der Teig zwischen beiden Mandibeln hervorquillt. Die Wespe hält sich so, dass die sagittale Fläche ihres Kopfes mit der zu verlängernden Papierwand

zusammenfällt. Die Mandibeln quetschen den zwischen ihnen befindlichen Teig und befestigen ihn an den schon vorhandenen Teil des Baues; die Wespe schreitet langsam rückwärts und presst weiteren Teig zwischen die Mandibeln heraus, welche denselben in gleicher Weise verarbeiten. So baut sie einen schmalen Streifen, dessen Basis ebenso dünn ist wie das Papier, dessen Rand es fortsetzt, während der freie Rand des Streifens wulstig verdickt ist. Ist der Teigballen erschöpft, so kehrt die Wespe an die Stelle, wo sie begonnen hatte, zurück und verarbeitet den Randwulst mit den Mandibeln in seiner ganzen Länge, wodurch der neue Streifen dünner und breiter wird, aber am Rand immer noch etwas verdickt bleibt. Nachdem diese Operation noch einmal wiederholt worden ist, ist der neue Papierstreifen fertig, überall gleich dick und etwa drei Mal so breit, wie er zuerst angelegt wurde.

Die drei Schriften Janet's enthalten viele Beobachtungen über Einzelheiten des Lebens der Wespen, ihre Nahrung, Larvenentwicklung, Verpuppung etc. — Parasiten sind auch mehrfach beobachtet worden. Unter dem Nest der unterirdischen Wespen finden sich immer in großer Anzahl, neben kleinen Nematoden, die Maden einer Fliege (*Acanthiptera inanis*), welche sich von allerlei Abfällen des Wespenvolkes ernähren. Ebenso lebten unter den Hornissennestern zwei Arten von Fliegenlarven, wovon eine mit Dornen besetzt ist und einer Art *Anthomya* gehört; *Volucella*, deren Maden die Larven des Wespen auffressen, spaziert, wie Marchal berichtet, ganz ungestört im Nest herum und wird wohl in Folge ihres ruhigen Benehmens geduldet. Dagegen wird der Staphylinide *Velleius* von den Hornissen angegriffen; er wird aber sofort frei gelassen, wenn er seine Hinterleibsspitze erhebt und wahrscheinlich daraus einen riechenden Stoff hervorquellen lässt, gerade wie manche myrmekophile Staphyliniden unter ähnlichen Umständen thun.

Unter den Beobachtungen über Wespenlarven ist der Nachweis besonders interessant, dass solche Larven (*V. vulgaris*) nicht nur auf Erschütterungen, sondern auch auf Töne, welche ihnen nur durch die Luft übertragen werden (schlagen an eine in der Hand gehaltenen Glasglocke) reagieren. Man muss also annehmen, dass sie hören. Hornissen-Larven lassen, wenn sie etwas unsanft berührt werden, einen Tropfen Flüssigkeit aus ihrem Mund hervorquellen; die Wespen pflegen diese Ausscheidung hervorzurufen und saugen die Flüssigkeit dann gierig ab. Geschieht letzteres nicht, so nimmt die Larve den Tropfen bald wieder ein.

Verf. hat den natürlichen Tod der Wespen (besonders *V. crabro*) mehrfach beobachtet und beschrieben: er ist die Folge einer allmählich fortschreitenden Lähmung, ähnlich wie Lubbock von *Polistes* beschrieben hat. Die Königin des von seinem Anfang aus beobachteten

Hornissennestes starb am 1. Oktober, die letzte Arbeiterin am 14. November, also genau ein halbes Jahr nach der Gründung des Baues.

Nach v. Ihering's [6] Beobachtungen bilden in Brasilien viele Vespiden Staaten, welche mit der kälteren Jahreszeit nicht aussterben. — In S. Paulo vegetieren die Kolonien von *Polistes versicolor* bis in den Winter hinein. Die Gesellschaften dieser Wespe sind aber ebenso wie die aller anderen, welche ähnliche unbedeckte Waben bauen, einjährige Staaten. So verhalten sich die Arten der Gattungen *Polistes*, *Mischocytharus* und gewisse *Polybia* (Verf. schlägt für dieselben ein Genus *Pseudopolybia* vor). — Dagegen sind die Staaten der geschlossene Nester bauenden Gattungen *Polybia*, *Apoica*, *Tatua*, *Synoeca*, *Chartergus*, *Nectarinia* perennierende. Sie vermehren sich nicht durch einzelne nestbegründende Weibchen, sondern durch Schwärme nach Art unserer Biene. Solche Schwärme wurden mehrfach beobachtet: sie bilden, wenn sie sich an einem Baumast niederlassen, eine faustgroße dichte Kugel; manchmal wechseln sie mehrfach ihren Sitz, bevor sie sich zum Nestbau machen. Dieser geht dann sehr rasch vor sich und man kann ganz reine junge Nester bekommen mit mehreren Waben, in welchen aber noch kein einziges Ei gelegt wurde. Da vom Leben exotischer Wespen kaum etwas bekannt ist, so lässt sich keine Vergleichung mit den in anderen Regionen der Tropen lebenden Arten und Gattungen ausführen.

Bei *Polybia scutellaris* wurde ebenso wie bei *Nectarinia* reichliche Honigablage in den Waben beobachtet.

Nach Verf. muss die sowohl anatomisch (große Zahl der Hodenschläuche) wie biologisch von allen anderen Vespiden abweichende Gattung *Vespa* einen besonderen Abschnitt der ganzen Gruppe bilden. Ihre Lebensweise, die bis jetzt allein gründlich untersucht wurde, darf keineswegs als Paradigma für das Leben der übrigen Wespen gelten.

C. Emery (Bologna). [23]

Zur Funktion der Seitenorgane.

Eine Beobachtung an chinesischen Zierfischen.

Von Dr. **Hermann Stahr**,
Assistent am Anatomischen Institut zu Breslau.

Mit der Deutung der Funktion von Sinnesorganen, welche uns selbst als solche — oder als Analoga — abgehen, betreten wir eines der schwierigsten Gebiete menschlichen Denkens und Forschens. Denn es tritt hier naturgemäß mit seiner überwältigenden Macht der anthropozentrische Standpunkt hindernd entgegen als die Subjektivität unserer Begriffe, unserer Vorstellungen, unseres ganzen Denkens. Deshalb müssen denn auch Vermutungen über diese Dinge nur einen sehr bedingten Wert haben und Phantasien gleichkommen, die sich nicht zu

der Schärfe bleibender Gestalten verdichten. Diese Unsicherheit muss zunehmen, je weiter jene Wesen, die sich unserer Betrachtung unterziehen wollen, in ihrer phylogenetischen Stellung von uns entfernt sind, und es scheint auf den ersten Blick, als ob sie besonders hochgradig werden müsste, wenn ihr Leben unter durchaus anderen Bedingungen steht, wie das unsrige. Indessen das ist grade nicht der Fall. Nach der Erkenntnis der Wirkungen der funktionellen Anpassung, der zweckmäßigen Einrichtungen organisierter Wesen werden uns derart fremde Bedingungen Anhaltspunkte bieten, aus denen viele fremdartige Einrichtungen erklärt werden können.

So wird bei Wassertieren im speziellen Falle vor allem zur Erklärung von Einrichtungen, die bei Lufttieren nicht vorhanden sind, das Medium Wasser heranzuziehen sein. Das ist denn auch von den anatomischen Forschern über die Seitenorgane geschehen und hat betreffs ihrer Wirkungsweise bereits zu sehr exakten Vorstellungen geführt. Nichtsdestoweniger wird jedem — sei es zur Klärung oder auch nur zur Befestigung des vorhandenen Wissens — auch der winzigste Beitrag aus dem Leben der Tiere, welcher einiges Licht bringt, wertvoll genug erscheinen — wenn er sich anders der Schwierigkeit dieser Fragen bewusst bleibt.

Grade nun betreffs der Fischklassen sind unsre Kenntnisse aus leicht begreiflichen Gründen sehr lückenhafte, auch über diejenigen Arten, die in der Gefangenschaft gedeihen. Brehm, der klassische Darsteller des Tierlebens, bedauert denn auch, zu Beginn des Bandes „Fische", wie gering die Ausbeute an Beobachtungen ist bei dem gewaltigen Formenreichtum der Klasse. Diese Erwägungen und dann die anatomischen Untersuchungen des Gegenstandes, von denen weiter unten die Rede sein wird, haben mich bewogen, diese Zeilen einem größeren Leserkreise mitzuteilen.

Im Laufe der letzten zwei Jahre, zum ersten Male im Sommer 1895, hatte ich Gelegenheit ein Pärchen von *Polyacanthus* (*Macropus*) *viridiauratus* in meinem Zimmeraquarium zu beobachten. Dieser Fisch ist in seiner vorliegenden, in mehreren Spielarten[1]) auftretenden Gestalt, ein Erzeugnis alter chinesischer Züchtung. Erst vor etwa zwanzig Jahren nach Europa verpflanzt, ist er bei Liebhabern schnell heimisch geworden, und mit Recht, denn es wird kein Tierfreund sein in vielfacher Beziehung fesselndes Thun und Treiben unbefriedigt beobachten:

1) Siehe hierüber M. N. Joly, Études sur les moers etc. d'un petit poisson chinois du genre Macropode. Mémoires de l'Acad. des Sciences, 7me Sér., Tome V, p. 8 (des Separat-Abdruckes).

Carbonnier, Trois mémoires etc., Paris 1872 und an anderen Orten. — Eine ganze Reihe von Separatis verdanke ich dem Direktor des hiesigen zool. Institutes, Herrn Prof. Chun, welcher die große Liebenswürdigkeit hatte, mir dieselben, als er meinen Aufsatz gelesen, aus seiner Bibliothek zur Verfügung zu stellen.

seine ruhigen und geschickten Bewegungen, die besonnene Wahl des Futters, das leichte Gelingen einer sehr weit gehenden Zähmung sind bei seinen Freunden allbekannt und lassen ihn weit intelligenter wie manchen seiner Stammesgenossen — z. B. die Karpfenarten und ihre Verwandten[1]) — erscheinen; jedenfalls ist die Schärfe seiner Sinne hervorragend. Hierzu kommt, dass er — von Sumpffischen abstammend und im Besitze eines besonderen Kiemenhilfsapparates[2]) — ohne Schaden den Aufenthalt an der Luft eine Zeit lang verträgt und dass er sich bei reichlicher Fütterung und unter sonst sachgemäßer Pflege in altem, wenig Sauerstoff-haltigem Wasser sehr wohl befindet[3]); vor allem aber, er schreitet in der Gefangenschaft sehr leicht zur Laichung, eine Eigenschaft, die er meines Wissens nur mit dem Stichling teilt[4]).

Bevor es nun zur Begattung und Laichung kommt, werden von beiden Teilen sogenannte Liebesspiele[5]) ausgeführt, auf deren erste Phase

1) Ich denke hier vor allem an die allerdings abenteuerlichen, aber nichts weniger wie schönen oder eleganten Zuchtprodukte des Goldfisches: die Teleoskopfische und Schleierschwänze. Sie bieten mit ihren tölpelhaften Bewegungen weit weniger interessante Züge und schreiten viel seltener zur Fortpflanzung. Dazu sind auch umständliche Vorrichtungen nötig.

2) S. Joly und Carbonnier l. c.

3) Dieser Umstand lässt einen besonderen Durchlüftungsapparat entbehrlich, ja nicht einmal ratsam erscheinen, da der Fisch sich in altem, sumpfigem Wasser besonders wohl zu fühlen scheint. Man braucht nur viele Pflanzen, besonders untergetauchte Arten, Licht und eine Zimmertemperatur die nicht unter 12° C hinabgeht. So erhielt ich meine Exemplare in viele Monate altem Wasser und zwar in einem Becken, welches nur 8—10 Liter fasste.

4) Brehm's Tierleben, II. Aufl., Bd. VIII, S. 84 ff.; Ch. Darwin, Geschlechtliche Zuchtwahl in ges. Werke (Carus), 1875, Stuttgart, Bd. II, S. 2 u. S. 12 ff.

5) Von ausgeprägten Liebesspielen bei Fischen finden sich zahlreiche Beispiele; ich möchte hier nur auf die der Meer-bewohnenden Labroiden und Juliden hinweisen. Bei manchen Arten (*Crenilabrus pavo*) kommt es ebenfalls zu einem Paarungsspiele, bei dem das Männchen in prachtvollem Hochzeitskleide das Weibchen mit zitternden Bewegungen der Flossen, besonders des Schwanzes begleitet und umspielt. (Persönliche Mitteilung von Dr. Schmidtlein in Leipzig.)

Auf die anderen Phasen der Liebesspiele, auf das auch sonst so verbreitete Jagen und Treiben, und auf das gegenseitige Erfassen mit den scharfen Kiefern und sich Umherzerren, soll hier nicht weiter eingegangen werden. Letzteres, wobei es zu umfangreichen, jedenfalls schmerzhaften, Verletzungen zu kommen pflegt, hat gleichfalls bei anderen Gattungen seine Analoga. So sagt R. Schmidtlein („Beobachtungen über die Lebensweise einiger Seetiere innerhalb der Aquarien der zoolog. Station". Abdruck aus den Mitt. der zool. Station zu Neapel, 1878, Heft I): „Die Paarung der Scyllien (Selachier) gleicht wie bei *Octopus* mehr einem Kampfe als einem Liebesspiele. Das Weibchen wird vom Männchen mit den Zähnen an der Brustflosse ergriffen und nun rollen und balgen sie sich auf dem Sande herum wie im erbitterten Zweikampf".

ich die Aufmerksamkeit lenken möchte; und hier hebe ich wiederum besonders hervor: Die Werbungen des Männchens[1]). Meine Beobachtungen konnte ich wiederholt und in aller Ruhe anstellen und zwar an mehreren, verschiedenen Bezugsquellen entstammenden Paaren.

Die Spiele finden zur Mittagszeit statt, wenn die Sonnenstrahlen das Becken treffen, stundenlang, und wiederholen sich eine Reihe von Tagen. Bei einem zweiten, im vorigen Frühjahr beobachteten Pärchen dauerten sie wochenlang an. Die Tendenz, die hierbei vor allem in Betracht kommt, ist, wie das Wort Werbung sagt, bekannt und ausgemacht: es ist die Absicht des hauptsächlich aktiv beteiligten Männchens das mehr passive Weibchen zu erregen. Dies geht auch aus der Aufführung bei Darwin hervor. Indess ist als empfangender Sinnesapparat lediglich das Auge aufgefasst worden, was einer Berichtigung bedarf. Allerdings steigern sich ja, wenn diese Spiele anheben, die schon während der ganzen Geschlechtsperiode lebhafteren schönen Farben — vor allem die goldroten Querbänder auf goldig grünen Grunde — zur höchsten Intensität, und während das Weibchen seine unpaaren Flossenräume mehr anlegt und sich im Wasser treiben lässt[2]), werden dieselben beim Männchen, welcher stärker entwickelte besitzt, maximal gespreizt: Eine in der Tierreihe häufige Erscheinung, dass das Männchen sein Hochzeitskleid vorführt, mit demselben „paradiert", wie das ja von den mit schönen Federschmuck gezierten Vogelarten allgemein bekannt sein dürfte. Offenbar zeigt sich das Männchen in seinem schönsten Lichte dem Auge des Weibchens. Hiermit ist aber bei unserer Art das Gebaren nicht erschöpft: das Männchen vollführt zugleich mit großer Vehemenz ruckförmige Bewegungen, welche auf das Weibchen gerichtet sind, indem es auf dieses losstürmt und dann plötzlich, die kräftigen Brustflossen weit ausspreizend, still hält, ohne das Weibchen etwa zu berühren oder dasselbe auch nur zu streifen.

Diese eigenartigen Bewegungen haben häufig etwas Regelmäßiges und kombinieren sich mit einem auf jeden Ruck nach vorwärts folgenden Zittern in der Art, dass oft ein gewisser Rythmus nicht zu verkennen ist. Diese Bewegungen können meiner Ansicht nach von einem aufmerksamen Beobachter nicht übersehen werden. Mit aller Bestimmtheit aber muss die Ansicht zurückgewiesen werden, dass es sich hier

Ganz ähnlich gestaltet sich das Gebaren unserer Makropoden. Könnte diese Erscheinung vielleicht als ein Uebergang dazu aufgefasst werden, dass das Männchen oft das Weibchen tötet? Ich möchte annehmen, dass der mit dem Geschlechtstrieb so eng verknüpfte Trieb zum Kampf mit rivalisierenden Männchen in dieser verkehrten Richtung seinen Weg sucht.

1) Darwin l. c. S. 12.

2) Carbonnier, Bullet. Soc. d'Arch., Paris 1869 u. 1870: „— par l'étalage de leurs vives couleurs ils semblaient chercher à attirer l'attention des femelles; lesquelles ne paraissaient indifférentes à ce manège, elles nageaient avec une molle lenteur vers les mâles et semblaient se complaire dans leur voisinage".

um einen Ausdruck der Unruhe und Aufregung des liebestollen Männchens handeln soll.

Somit haben Carbonnier und Benecke[1]) in ihren Schilderungen dies Moment wohl gestreift, aber keine richtige Erklärung beigebracht.

Von Wichtigkeit erscheint es, wenn man das sonstige Benehmen des Männchens zum Vergleich heranzieht. Hierdurch wird es gelingen auf das Typische grade dieser, soeben beschriebenen Bewegungen aufmerksam zu werden. Mir ist es nämlich nie geglückt, außerhalb der Laichperiode — oder auch während derselben, wenn ich mir das Männchen separiert hatte — derartiges wahrzunehmen, trotzdem ich es darauf anlegte. Die große Gefräßigkeit unserer, zu den Räubern gehörenden, Art gewährt leicht die Möglichkeit Affekte hervorzurufen und durch Vorhalten und Entziehen von Leckerbissen Unruhe, Wut, Gier, Enttäuschung zu erregen. Bei keinem meiner Exemplare konnte ich durch diese Eingriffe ähnliche Bewegungen hervorrufen.

Ferner bietet das Betragen des Weibchens, welches sonst — d. h. wenn man die angenommene Tendenz nicht gelten lässt — unverständlich bleibt, einen Fingerzeig: Die oben hervorgehobene Passivität bei dieser Phase des Liebesspieles ist nämlich keine ununterbrochene; bisweilen beteiligt es sich, die Liebkosungen erwiedernd, eine Zeit lang mit Lebhaftigkeit, um sich aber bald wieder gleichsam empfangend dahingleiten zu lassen.

Diese beiden Punkte kommen zur Deutung des eigentlichen Charakters der Bewegungen wesentlich in Betracht, und ich meine, wir müssen bei der Werbung ein zweites Moment — parallel und gleichzeitig — neben der Einwirkung auf das Auge durch Farbenpracht und Flossenspreitzen, annehmen, nämlich die Erregung eines dem Tastsinne verwandten Empfangsapparates. Ich sehe also in diesem zweiten Moment dieselbe zweckvolle Bezugnahme auf einen anderen Sinnesapparat, dieselbe Tendenz, das Gefallen des Weibchens und die Geschlechtslust zu erregen. Wenn wir auf diese Weise einen vom Männchen ausgehenden Reiz annehmen, so muss auf der andern Seite für diese gewissermaßen indirekte Berührung durch den Wasserdruck und anstreifende Wellen ein zarter Gefühlsapparat beim Weibchen vorhanden sein. Es erhält auf diese Weise auch Mitteilung von den kraftvollen Bewegungen des Männchens, was jedenfalls für die Art einen Vorteil darstellen muss. Beispiele aber dafür, dass Sinnesorgane in das Geschlechtsleben einbezogen werden, lassen sich ja, wenn wir die Tierreihen überschauen, für jedes einzelne Sinnesorgan leicht heranziehen.

Bei Makropoden finden sich nun Tastapparate nur an den Lippen und ihren Anhanggebilden[2]); ich nahm deshalb an, dass die Fische

1) Benecke's Beschreibung siehe Brehm's Tierleben l. c. S. 148—150.

2) Bei dem nahe verwandten Regenbogenfisch meint P. Carbonnier (Paris 1876: „Nidification du poisson arc-en-ciel de l'Inde") die langen Flossen-

auf der übrigen Körperhaut eine sehr fein ausgebildete Sensibilität für Wasserdruck und -Bewegungen haben müssten und erklärte mir auf diese Weise die zweckvollen Wellen-erregenden Stöße des Männchens.

Ich hätte aber diese Auffassung nicht für wert gehalten, den Gegenstand einer Mitteilung zu bilden, wäre mir nicht, nachdem meine Makropoden, wie mir aus Berlin mitgeteilt wird, bereits anscheinend einem bösartigen Ektoparasiten zum Opfer gefallen sind, die Arbeit von F. E. Schulze[1]) in die Hände gekommen. Einem ganz anderen Gedankengange folgend, nämlich beim Studium der anatomischen Einrichtung niederer Sinnesorgane, stieß ich auf diese, auch für die vorliegende Frage wichtige Arbeit. Hier beschreibt der Verfasser den histologischen Bau der „Nervenhügel" in der Seitenlinie der Fische und geht dann dazu über, ein sehr präcises Bild ihrer wahrscheinlichen Wirksamkeit zu geben. Aber er geht nicht nur deduzierend vom histologischen Baue aus, sondern das Leben der Fische wird nach eigner Erfahrung zur Klärung der Frage herangezogen: Nach ihm findet bei den meisten Fischen, bestimmte Arten natürlich ausgenommen, für gewöhnlich keine Berührung mit der Körperoberfläche statt, was jeder bestätigen kann, der sich Fische gehalten hat. Jede Berührung wird geradezu gemieden. Neben dieser Thatsache wird besonders Gewicht darauf gelegt, dass es nur im Wasser lebende Tiere sind, denen diese Organe zukommen. So kommt er zu dem Schluss, dass die Seitenorgane „speziell für den Wasseraufenthalt eingerichtete Sinnesapparate darstellen, geeignet zur Wahrnehmung von Massenbewegungen des Wassers gegen den Fischkörper oder dieses gegen die umgebende Flüssigkeit, sowie von groben durch das Wasser fortgeleiteten Stoßwellen mit längerer Schwingungsdauer, als sie den das Gehörorgan affizierenden Wellen zukommt. Dann geht Verfasser noch auf die Bedeutung eines solchen eigentümlichen Tastapparates weiter ein, indem er auf die mannigfachen Gelegenheiten hinweist, bei welchen er in Wirksamkeit tritt. Und hier ist es, wo meine Beobachtung und die oben gegebene Deutung ihre Stelle findet: Neben der Fähigkeit sich von seiner eigenen Lageveränderung, von der Nähe fester Gegenstände, der Wasseroberfläche, der Wassertiefe, und dem Vorbeifließen von Strömungen unterrichten zu können, weist er auf die Wichtigkeit hin, die es haben muss „wenn auch wellenförmig sich fortpflanzende stoßartige Bewegungen auf größere Entfernungen hin zur Wahrnehmung gelangen, wenn z. B. ein Fisch von den stoßartigen Bewegungen eines

filamente als Tastorgane in Anspruch nehmen zu können. Es heißt daselbst S. 6: diese scheinen zu sein „de vrais conducteurs sympathiques, qui transmettent les sensations d'un poisson à l'autre".

1) Franz Eilhard Schulze, „Ueber die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibienlarven. Arch. f. mikrosk. Anatomie, 1870, Bd. VI, S. 62 ff. Ueber die Funktion S. 80—86 (mit 3 Tafeln).

anderen, von deren Richtung, quantitativen und qualitativen Eigentümlichkeit Kunde erhält".

Als ich diesen Passus las, konnte es für mich keinem Zweifel mehr unterliegen, dass meine Beobachtung an *Macropus* sich auf diese Sinnesorgane bezieht. Ich hatte diese hier abgeleiteten Dinge in einem einzelnen Falle ihrer Anwendung gesehen. Diese von mir gesehene Korrespondenz zweier Individuen mit Hilfe des Sinnesapparates der Seitenlinie bildet auch wiederum eine Bestätigung für die Richtigkeit der scharfsinnigen Deduktionen des verdienten Forschers. Andererseits ist es klar, dass ich in bezug auf die zu Grunde liegenden anatomischen Einrichtungen geirrt hatte, da ich sensible Nervenendigungen in weiter Verbreitung voraussetzte, welche die Empfindung vermitteln sollten; von einem sensorischen Apparate, der hier vorhanden ist, wusste ich nichts. Nach alledem stellen aber diese Sinnesorgane den von mir postulierten Empfangsapparat dar.

Auf den interessanten histologischen Bau der Seitenorgane einzugehen, habe ich keine Veranlassung, da ich eigne Untersuchungen nicht aufzuweisen habe. Wem das Archiv für mikrosk. Anatomie nicht zugänglich ist, der findet diese Dinge in den weit verbreiteten Lehrbüchern der Zoologie und vergleichenden Anatomie [1]), beschrieben und abgebildet. Nur darauf möchte ich doch nicht unterlassen hinzuweisen, dass neuere Untersuchungen [2]) auch hier dasselbe Verhältnis zwischen Nervenenden und „Sinneszellen" nachgewiesen haben, wie ein solches jetzt in den Geschmacksknospen, bei den Hörzellen und den Sinneszellen der Netzhaut angenommen wird, nämlich eine Kontiguität der Elemente, keine Kontinuität, wie man früher gesehen zu haben meinte [3]).

Schulze schließt seine Arbeit mit dem Hinweis, dass die experimentell-physiologische Forschung „diese Auffassung, welche aus der Betrachtung der anatomischen Verhältnisse sich aufdrängt" weiter

---

1) Mir liegen im Augenblicke vor:

Robert Wiedersheim, Grundriss der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Jena 1888, II. Aufl., S. 191—194 (mit Abbildungen).

C. Claus, Lehrbuch der Zoologie, V. Aufl, 1891, S. 742—743.

C. Gegenbaur, Grundriss der vergl. Anatomie, Leipzig 1874, S. 546 (nur erwähnt).

2) G. Retzius, Biologische Untersuchungen, N. F., IV, 1892.

3) Von neueren Arbeiten über Anatomie und Entwicklung der Seitenlinien sind vor allem zu nennen:

Edward Ph. Allis jr., The Anatomy and Development of the Lateral Line System in Amia Calva, Journ. of Morphol., Vol. II, Nr. 3, Boston 1889 (mit Litteraturangabe).

W. E. Ritter, On the eyes, the integumentary sense papillae etc., Cambridge U. S. A. 1893 (mit Litteraturverzeichnis).

A. Goggs, Les vésicules de Savi et les organes de la ligne latérale chez les torpilles Arch. ital. d. Biol., Turin 1891.

prüfen und ergänzen möchte. Es ist aber klar ersichtlich, dass sich dieser Forderung ungeheure technische Schwierigkeiten entgegenstellen, die sich bei der Aufstellung einer Versuchsanordnung ergeben. Deshalb ist es denn auch ein frommer Wunsch[1]) geblieben, dass sich jemand

1) Dies ist nicht ganz richtig, denn in den letztvergangenen Jahren haben sich zwei Forscher an die Lösung dieser Frage durch das Experiment gemacht Der erste ist W. Nagel, welcher in seiner schönen Arbeit (Bibliotheca Zoologica, Bd. VII, p. 191, 1894—1896) auf die Seitenorgane zu sprechen kommt. Er durchschnitt den N. lateralis und erhielt folgendes Ergebnis: Bei einseitiger Zerstörung „zuweilen leichte Störungen der Orientierung im Raume und der Koordination der Bewegungen" (Schuppfisch). Irgend welche weitergehende Schwimmstörungen traten in anderen Fällen nicht ein, auch nicht nach beiderseitiger (*Barbus fluviatilis*) erfolgreicher Durchschneidung. (Sektion des völlig gesunden Tieres am 50. Tage nach der Operation stellte dies fest.)

Diese Angaben stehen einigermaßen in Widerspruch mit denen des zweiten Experimentators, Jules Richard (Sur les fonctions de la ligne latérale du cyprin doré. Compt. rend. d. séanc.: d. l. Soc. d. Biol, 1er févr. 1896). Es wurden hier die Seitenlinien mit dem Galvanokauter, Thermokauter oder Argentum-Stift gebrannt und das Gebaren der totkranken Fische — sie starben sämtlich nach einiger Zeit, wenn auch einer noch 28 Tage am Leben blieb — für eine Folge der Eliminierung der Seitenorgane gehalten. Es fehlen bei Richard vor allem Kontrolversuche, es hätte nachgewiesen werden müssen, in welcher Hinsicht sich das Verhalten der Versuchstiere gegenüber anderen sterbenden Fischen, vor Hunger erschöpften oder anderweitig verletzten, auszeichnet. „Ces expériences, schließt Richard, montrent une relation bien nette entre la ligne latérale et les fonctions de la vessie natatoire. On peut, je pense, les expliquer en admettant avec d'autres, que la ligne latérale est le point de départ sensitif du réflexe qui amène les variations de quantité du gaz de la vessie pour permettre à l'animal de se maintenir. — — — Si le point de départ sensitif est détruit, l'animal ne modifie plus la quantité de gaz et si celle-ci est à ce moment trop petite ou trop grande le poisson tombe au fond ou est au contraire entraîné à la surface, involontairement. — — —" Der Forscher hätte, wie gesagt, das Besondere hervorheben müssen, worin sich Tiere mit zerstörter Seitenlinie von solchen unterscheiden, die auf andre Weise geschädigt sind. Ich kann hier eine Stelle aus Schmidtlein's Beobachtungen an Fischen dagegen stellen. Folgendes sind die Symptome, unter denen ein sich schlecht gefangen haltender Haifisch (*Mustelus laevis*) verendete: „Zunehmende Unsicherheit der Bewegungen, öfteres Zubodenfallen und schweres krampfhaftes Atmen, unruhiges Umhertanzen in senkrechter Haltung mit der Schnauze über dem Wasserspiegel sind die Symptome des herannahenden Todes". (Wahrscheinlich sind es nach Schmidtlein Hautwunden, welchen die Tiere erliegen, übrigens auch innerhalb 14 Tagen.)

Den Selachiern fehlt aber eine Schwimmblase überhaupt, weshalb Richard's Auffassung — selbst bei andersartigem Experimentieren — abzuweisen ist (mündlicher Hinweis des Herrn Prof. Chun). Dass unter anderem bei Fischen mit Schwimmblasen dieses Organ mit den Seitenlinien in Connex steht, ist ja a priori anzunehmen.

von der physiologischen Seite her mit der Sache beschäftigen sollte, so dankbar auch die Aufgabe in bezug auf das Resultat erscheinen mag.

Ebenso hat schon Leydig[1]) sich in diesem Sinne geäußert. Er ist es, dem wir die Entdeckung verdanken, dass es sich in den sogenannten „Schleimkanälen" der Fische um Sinneswerkzeuge handelt, für die dieser Forscher einen sechsten Sinn in Anspruch nehmen wollte. Als Organe eines solchen wirft er noch die becherförmigen Gebilde [(Nr. 5) Schwalbe's Schmeckbecher analog gebauten] mit jenen von F. E. Schulze näher untersuchten, durch Gallertröhren ausgezeichneten (Nr. 2) zusammen.

Betreffs der Qualität der Empfindung für den sechsten Sinn herrsche, wie er meint, nach seinen letzten Untersuchungen „dasselbe Dunkel wie früher". Zu vermuten sei allerdings, dass dieser Sinn vorzugsweise für den Aufenthalt im Wasser berechnet sei und dass er sich am nächsten dem Tastsinn anschließe. Dann spricht er wieder von der Möglichkeit, dass chemische Einrichtungen perzipiert würden, — wofür wir eben mit den meisten Forschern die knospenförmigen Gebilde in Anspruch nehmen wollen. Diese Auffassungen berührt Leydig aber nur sehr beiläufig und überlässt anderen diese noch sehr schwanke Frage, indem er wiederholt, was er schon früher ausgesprochen, nämlich den Wunsch: „es möchten doch die fraglichen Organe auch den Anteil eines Physiologen, welcher in feinerer Art zu experimentieren versteht, erregen, so dass wir jener Seite eine Aufklärung über die Qualität des Sinnes zu verdanken bald die Veranlassung hätten".

In diesen Worten liegt aber neben dem Wunsche diese Frage von einem anderen Ausgange aus, als dem morphologischer Untersuchung, beleuchtet zu sehen, das Zugeständnis, dass er selbst nicht absehen konnte, wie man hier experimentell anzugreifen habe.

Daran hat jedenfalls keiner gedacht, dass man von den Fischen selbst, durch bloßes Zusehen, ohne ein Variieren irgendwelcher Bedingungen eine Antwort erhalten könnte. Um die beschriebenen Bewegungen aber in ihrer Eigenart zu beobachten, gilt es grade, die Tiere möglichst in Ruhe zu lassen, sie ohne jeden Eingriff, unter den natürlichsten Bedingungen mit sich selbst beschäftigt, anzutreffen.

Es ist meine Absicht gewesen, in diesen Zeilen gewisse sehr auffällige und bisher in ihrem Wesen unerklärte Lebensäußerungen bei Fischen auf die Funktion der Nervenhügel der Seitenorgane zu beziehen. So zwingend mir dieser Schluss erscheint, so zweifle ich nicht, dass manchen meine Darstellung wenig befriedigen und dass er meine Deutung willkürlich finden könnte. Dies möchte aber nur derjenige sein, welcher das Treiben der besprochenen Art in seiner Prägnanz noch nicht wahrgenommen hat.

1) „Ueber das Organ eines sechsten Sinnes". Dresden 1868.

Interessant wäre es natürlich, wollten nun, nachdem sich mir zufällig eine derartige Erscheinung geboten, Forscher, die z. B. Fischzucht treibenden Anstalten oder Aquarien näher stehen, das Leben auch anderer Arten in der bestimmten Richtung während und außerhalb der Paarungszeit beobachten und nachsehen, ob analoge Beziehungen vorkommen. [33]

Breslau, den 16. Dezember 1896.

Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke bei Vögeln.

Scheinbar angeregt durch meine Dissertation „Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei Vögeln" hat v. Lendenfeld in Bd. XVI Nr. 21 dieser Zeitschrift eine Arbeit über die physiologische Bedeutung der Lufträume bei den fliegenden Tieren veröffentlicht, worin er in Erwägung zieht, ob die Lufträume der Vögel und Insekten 1. ausschließliche accessorische Atmungsorgane oder Atmungshilfsorgane, 2. ausschließliche Bewegungs- (Gleichgewichtserhaltungs- oder das spezifische Gewicht regulierende) Organe seien oder ob sie 3. beide Funktionen zugleich verrichten. Dabei kommt er zu einem Schlusse, welcher von der von mir vertretenen Anschauung wesentlich abweicht, dass nämlich die Luftsäcke namentlich bei den Vögeln die Atmungsthätigkeit zwar einigermaßen unterstützen, dass aber deren „Hauptzweck doch ein mechanischer, das spezifische Gewicht des ganzen Tieres herabsetzender, das spezifische Gewicht und die Größe seiner Teile sowie die Lage des Schwerpunktes regulierender" sei.

Ganz abgesehen davon, dass es bis jetzt keinem einzigen von den Vielen, die sich mit der physiologischen Bedeutung der Luftsäcke befasst haben, und mir zu allerletzt eingefallen ist, dieselben ausschließlich als Atmungsorgane anzusprechen, was aus Abs. 1 S. 76 meiner Dissertation klar hervorgehen dürfte[1]), — ist nach meiner Ansicht eine derartige Abstufung bezüglich der Wichtigkeit der verschiedenen Funktionen eines Organs durchaus unwissenschaftlich gedacht.

Denn angenommen zunächst die Ansichten Lendenfeld's wären richtig — so wären dennoch die Luftsäcke ebenso unentbehrlich für die normale Atmung wie für das Fliegen notwendig.

Mit gleichem Rechte könnte man ja auch die Frage aufwerfen, ob die Harnröhre der männlichen Säuger wichtiger sei, für die Ausfuhr der Produkte der Harnorgane oder der Geschlechtsorgane!

Nun ist aber die das spezifische Gewicht herabsetzende Wirkung der Luftsäcke eine längst abgethane Sache. Es wird allgemein anerkannt, dass durch die Anwesenheit der Luftsäcke im Vogelkörper

1) Ich sagte dort: „Ueber die Bedeutung des pneumatischen Apparates für die Verminderung des Gesamtgewichtes und dessen sonstige Beziehungen zur Flugbewegung etc. ist kaum etwas Neues zu sagen".

dessen äußere Oberfläche eine Vergrößerung erfährt ohne entsprechend an Gewicht zuzunehmen; auch ist der Inhalt der Luftsäcke höher temperiert und folglich leichter als die Außenluft. Aber diese Gewichtsverminderung ist eine geringe und die Flugfähigkeit ist davon sicherlich unabhängig. Denn wie sollte man sich — um zu einem alten Beispiele zu greifen — diese Wirkung der Luftsäcke vorstellen, bei einem Sperling, der sich den Kropf mit Körnern gefüllt hat oder gar bei einem Adler der ein Lamm in die Lüfte emporträgt, das schwerer ist als er selbst?

Was aber die Unterstützung der Gleichgewichtserhaltung (Verlagerung des Schwerpunktes) durch Veränderung der Füllungsgrade der verschiedenen Luftsäcke während des Schwebens betrifft, worauf v. Lendenfeld das Hauptgewicht legt, so hat genannter Forscher zunächst ganz außer Acht gelassen, dass für diesen Fall — wie ich dies zuerst gethan habe — angenommen werden müsste, dass während des Fluges eigentliche Atembewegungen gar nicht ausgeführt werden sondern der Brustkorb inspiratorisch festgestellt bleibt. Denn da eine regelmäßige Atmung, wie wir sie am ruhenden Vogel beobachten ohne fortwährende Verengerung und Erweiterung der Luftsäcke schlechterdings unmöglich ist, so müsste — wollte man die v. Lendenfeld'sche Ansicht gelten lassen — der schwebende Vogel mit jedem Atemzuge seine Stellung ändern. Allein selbst unter dieser Voraussetzung haben die Annahmen v. Lendenfeld's kaum eine Berechtigung. Es ist zunächst mehr als unwahrscheinlich, dass der schwebende oder fliegende Vogel im Stande ist durch Kontraktion seiner Körpermuskeln die Luftsäcke einzeln zusammenzuziehen oder auszudehnen. Der Vogel kann alle Luftsäcke gleichzeitig erweitern oder zusammenziehen, hat es aber nicht in seiner Gewalt, die Luft aus einem Luftsack in einen andern hineinzupressen, jenen zu verkleinern, diesen aufzublähen. Geradezu undenkbar wäre eine derartige Verschiebung der Luft aus Luftsäcken der rechten Körperhälfte nach den der linken oder umgekehrt.

Außerdem würde diese willkürliche Zusammenziehung der Körpermuskulatur nur mit unverhältnismäßig hohem Kraftaufwand erreicht und der Effekt wäre ein äußerst minimaler. Die geringste Aenderung der Kopf- bezüglich Hals- und Schwanzhaltung oder der Flügelstellung — und die gleiche Wirkung ist leichter und rascher hervorgebracht, besonders wenn es sich um richtige Ausnützung der Windkraft handelt.

Luftsäcke des Kopfes, von denen v. Lendenfeld spricht, giebt es nicht; es giebt hier wohl lufthaltige Knochen, allein diese stellen durchaus nichts dem Vogel allein zukommendes dar, sind vielmehr vollkommen identisch mit den Luft enthaltenden Knochen (Nasennebenhöhlen u. s. w.) der Säuger, wenn auch bei Vögeln viel voll-

kommener. Stärker als z. B. beim Condor sind sie übrigens bei Eulen ausgebildet.

Um nun zur Bedeutung der Luftsäcke für die Atmung — nach v. Lendenfeld deren Nebenfunktion — überzugehen, so vertrete ich die Ansicht, dass die Luftsäcke den mechanischen Teil der Atmung d. h. die Ventilation des äußerst blutreichen, an sich aber kaum einer Volumsveränderung fähigen Lungengewebes besorgen und zwar in ausgezeichneter Weise, indem sie sowohl bei der Ein- als auch bei der Ausatmung große Menge verhältnismäßig sauerstoffreicher Luft an den Lungenkapillaren vorbeijagen. Hiegegen wendet v. Lendenfeld ein, dass „die anatomischen Verhältnisse nicht für die Richtigkeit meiner Auffassungen sprächen. Wenn das die einzige oder hauptsächliche Funktion der Luftsäcke wäre, so müsste man jedenfalls erwarten, Einrichtungen anzutreffen, welche bewirkten, dass die ganze Luft der Luftsäcke oder doch der größte Teil derselben den eigentlich respiratorischen Teil des Atmungssystemes passierte".

Jedermann, der nun aber meine Abhandlung aufmerksam gelesen hat, wird mir darin beistimmen, dass die darin vertretene Atemtheorie auch anatomisch durchaus begründet ist.

Gerade die im Verhältnis zu den Lungen außerordentliche Größe der Luftsäcke ist es, welche bedingt, dass auch bei der Ausatmung große sauerstoffreiche Luftmengen die Lungen passieren. Bei der exspiratorischen Verengerung der Luftsäcke werden große Luftquantitäten zunächst in den Hauptbronchus eingepresst, der seinerseits wieder siebartig durchlöchert ist von zahlreichen weiten (nicht „engen" wie v. Lendenfeld meint) Bronchialabzweigungen der Lungen. In diese muss nun die unter hohem Drucke stehende Luft eindringen; dies wird ihr aber um so leichter als die Alveolarräume und Lungenpfeifen benachbarter Lungenteile häufig mit einander in offener Verbindung stehen, so dass die Luft überall frei durchstreichen kann.

Vollkommen überflüssig sind unter diesen Umständen „Einrichtungen, welche bewirkten, dass die ganze Luft der Luftsäcke" etc. die Lungen passierten. Oder sollte man nicht auch erwarten, dass sich in der Säugerlunge (bezüglich dem Blute) Einrichtungen fänden, welche bewirkten, dass sämtlicher Sauerstoff der Atemluft aufgebraucht würde, während wir doch wissen, dass bloß etwa ein Fünftel desselben gebraucht wird?

An dieser Stelle dürfen die neuerdings veröffentlichten Versuche von Siefert[1]) nicht unerwähnt bleiben, durch welche festgestellt wurde, dass Tauben auch nach Zerstörung sämtlicher erreichbarer Luftsäcke und des Zwerchfells weiter zu atmen im Stande sind. Hiedurch glaubt Siefert einwandsfrei bewiesen zu haben, dass „weder

1) Ueber die Atmung der Reptilien und Vögel von Ernst Siefert. Bonn 1896. Separat-Abdruck aus dem „Archiv f. d. ges. Physiologie", Bd. 64.

die Luftsäcke noch das sog. Diaphragma" nötig seien, um den Luftwechsel in den Lungen zu unterhalten.

Abgesehen von der Zerstörung des Zwerchfells habe ich die gleichen Versuche wie Siefert angestellt (bereits Ende 1894; meine Arbeit wurde im April 1895 abgeschlossen) und dabei auch wesentlich die gleichen Ergebnisse erreicht. Zugleich konnte ich — nebenbei bemerkt — feststellen, dass dadurch (nach Vernähung der zur Operation notwendigen Bauchwunde) das Flugvermögen meiner Versuchstiere nicht im Geringsten beeinflusst wurde.

Allein auch diese Befunde entkräftigen meine Annahmen keineswegs weil 1. alle Luftsäcke überhaupt nicht zerstört werden können und 2. die Zerstörung der erreichbaren Luftsäcke hochgradige Atemnot ja Erstickungsgefahr mit sich bringt. Siefert führt diese Atemnot auf den Ausfall der „abdominalen" Exspirationsmuskeln zurück, eine Ansicht die um so weniger Berechtigung verdient, als ich beobachtet habe, dass schon die bloße Eröffnung eines Luftsackes bei vollkommen intakter Bauchdecke oder die Anbohrung eines lufthaltigen Extremitätenknochens eine nicht unwesentliche Steigerung in der Zahl und Tiefe der Atemzüge bedingt, die wieder schwindet, sobald die künstliche Oeffnung verschlossen wird. Gerade aus diesen Versuchen glaubte ich mich (und glaube mich noch) berechtigt, Schlüsse auf die Unentbehrlichkeit der Luftsäcke für die normale Atmung zu ziehen.

Man muss einen solchen Versuch mit angesehen haben, um sich einen Begriff davon machen zu können, wie dieses „Weiteratmen" geschieht. In der durch diese Manipulationen hervorgerufenen äußersten Atemnot wird der Thorax in einer Weise erweitert, wie dies eben bloß in der höchsten Dyspnoë, nie aber bei normaler Atmung geschieht; dazu kommt, dass nun die Lungen außer durch die Trachea auch noch durch etwa 6 weite Oeffnungen Luft schöpfen. Ein derartiges Atmen ist aber durchaus pathologisch und kann uns über physiologische Vorgänge keinen oder nur beschränkten Aufschluss geben.

Meines Erachtens sind die Luftsäcke der Vögel für die Durchlüftung der Lungen, ganz besonders für den Atemmechanismus während des Fluges unentbehrlich, ohne dass ich deren anderweitige Bedeutung für den Vogel bestreiten will.

In den vorstehenden Erörterungen habe ich die Lufträume der Insekten ganz außer Acht gelassen, denn wenn ich auch in meiner Dissertation auf gewissen Aehnlichkeiten zwischen den Luftsäcken der Vögel und dem Tracheensystem der Insekten aufmerksam gemacht habe, so betrachte ich beide doch als zwei grundverschiedene Einrichtungen und würde mir nie einfallen lassen — wie dies v. Lendenfeld thut — Condor und Libelle in einer Klammer zu vereinigen.

M. Baer (Tübingen). [31]

R. Lauterborn, Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen.

Leipzig (W. Engelmann). 1896. 165 S. mit 10 Taf. Preis 30 Mk.

Ihrer Zierlichkeit und Formenschönheit wegen sind die Diatomeen seit langem beliebte Studienobjekte. Aber obgleich die äußere Skulptur der Schalen bis aufs genaueste untersucht worden ist, hat damit die Kenntnis vom inneren Bau dieser interessanten Pflanzen nicht Schritt gehalten. So kommt es denn, dass wir über viele Einzelheiten der inneren Struktur noch wenig unterrichtet sind, ebenso wenig wie es zur Zeit möglich ist, eine endgiltige Erklärung zu geben, wie ihre Bewegung erfolgt.

Wenn deshalb Lauterborn die Diatomeen zum Objekt seiner Studien machte, so standen von vornherein hier allerlei Entdeckungen zu erwarten. Diese Hoffnungen erfüllt das vorliegende Buch. In ihm sind so vielerlei neue Beobachtungen und Gesichtspunkte enthalten, dass in der gegenwärtigen Besprechung nur wenige wichtigere Fakta hervorgehoben werden können.

Obwohl es nur in der Absicht des Verf. lag, den Plasmaleib zu untersuchen, wurde er doch unwillkürlich auf Beobachtungen gedrängt, welche sich mit dem Kieselpanzer befassten. Für die Erklärung der Bewegung ist der Bau der sogenannten Raphe wichtig. Verf. konnte sich nicht mit Sicherheit überzeugen, dass der Raphekanal bei *Pinnularia* nach innen mit einer Membran geschlossen ist. Die Riefen bei derselben Gattung sind mit Plasma erfüllte Kammerhöhlungen. Verf. vermutet, dass das auskleidende Plasma wie Klammern wirke, um die beiden Schalenhälften zusammenzuhalten.

Ein ausführliches Kapitel wird dem Protoplasma und seinen Einschlüssen gewidmet. Die Struktur des Plasmas ist wabig, häufig ordnen sich die Waben zu Längsreihen an, zwischen denen sehr feine Fäden die Querverbindungen herstellen. Bei größeren Formen kamen auch Fäden zur Beobachtung, die entweder fast einzeln liegen oder ein dichtes Flechtwerk bilden. Diese fädige Struktur tritt nur bei wenigen Fixierungsmitteln hervor und verschwindet im Leben unter ungünstigen äußeren Verhältnissen sofort. Ueber die Form und Lage der Chromatophoren und Pyrenoide macht Verf. ebenfalls interessante Mitteilungen. An Inhaltsstoffen sind noch fettes Oel und die Bütschli'schen roten Körnchen zu erwähnen. Letztere stellen höchst eigentümliche Gebilde dar, die im übrigen Pflanzenreich vielleicht Analoga besitzen. Verf. möchte sie vorläufig für Reservestoffe halten.

Eine Reihe von Kapiteln sind dem Kern und seiner Struktur in ruhendem und im Teilungszustande gewidmet. Alle Diatomeen besitzen den Kern in der Einzahl; derselbe liegt stets so, dass mindestens 2 Hauptsymmetrieebenen der Schalen ihn schneiden. Der ruhende Kern besteht aus einem netzförmigen Gerüst von Linien, in dessen Knotenpunkten sich das Chromatin in Form kleiner Körnchen findet. Ein Centrosoma ist stets vorhanden und liegt bei *Surirella* in einer Einbuchtung des ruhenden Kernes. Die Struktur des umgebenden Plasmas wird erst deutlich strahlig, wenn sich der Kern zur Teilung anschickt. Der Hauptschwerpunkt der Lauterborn'schen Untersuchungen liegt nun auf der Beobach-

tung der Vorgänge, die sich bei der Kernteilung abspielen. Dieselben sind so eigenartig, dass die Untersuchungen dadurch ein Interesse gewinnen, das weit über die Grenzen der Diatomeenkunde hinausreicht.

Die einzelnen Phasen der Teilung bei *Surirella calcarata* sind in großen Zügen folgende. Es rückt das Centrosom aus der Kernbucht heraus und wird zum Mittelpunkt großer Plasmastrahlungen. Gleichzeitig tritt in der Umgebung des Centrosoms (durch Teilung oder Knospung aus ihm hervorgehend) als zuerst kleines blasses Kügelchen die Centralspindel auf. Dieses Kügelchen vergrößert sich und rückt an den Kern heran, der nun seinerseits Veränderungen zu zeigen beginnt. Es beginnt sich aus dem Gerüstwerk allmählich die Knäuelfigur zu bilden. Die Centralspindel verändert ihre Gestalt in außerordentlich verwickelter Weise. Das Plasma fließt mit dem Kern nach dem breiten Zellende hin ab, indem gleichzeitig die Umlagerung im Kerne weiter fortschreitet. Die Centralspindel hat indessen die Form eines niedrigen, sich vom Plasma sehr scharf absetzenden Cylinders angenommen. Das Knäuelwerk des Kernes segmentiert sich in schleifenförmige Abschnitte und das Centrosom verschwindet. Die Rolle der Centrosomen übernehmen 2 kleine kuglige Ansammlungen, welche sich an den Polen der Centralspindel befinden. Es beginnt nun die Einwanderung der Centralspindel in den Kern und die Längsspaltung der Chromosomen. Wenn die Centralspindel sich in der Mitte des Kerns befindet, so ordnen sich allmählich die Chromosomen im Aequator der Spindel an. Es erfolgt dann das Auftreten der äquatorischen Trennungslinie und das Wandern der Chromosomen nach dem Polen der Spindel. Wenn dann die Trennung der Kernspindel vor sich gegangen ist, rücken die Tochterkerne auseinander und beginnen sich zu rekonstruieren. Auf diese Vorgänge, sowie auf die Veränderungen, welche während der Teilung im Plasma vor sich gehen, sei hier nur hingewiesen. Merkwürdig ist vor allen Dingen die Bildung der Centralspindel aus dem Centrosom, ihr Einwandern in den Kern und die Bildung neuer Centrosomen an ihren Polen. Verf. vergleicht diese bemerkenswerten Vorgänge mit analogen aus dem Tierreich.

Endlich geht Verf. ausführlich auf die Diskussion der Bewegungserscheinungen ein. Hier werden folgende Beobachtungen mitgeteilt resp. ergänzt. *Pinnularia* zeigt sich in Tuscheemulsion von einem hellen Gallerthof umgeben. Die kleinen Tuschekörnchen werden nun in der Richtung der Raphe auf den Schalenseiten verschoben, wobei sie eine ganz bestimmte Bahn beschrieben (siehe die Figuren der Taf. X). Nach dem hinteren Ende der Zelle schleppt ein Gallertfaden nach, wie sich an der Anhäufung der Tuschekörnchen erkennen lässt. Mit Hilfe dieses Gallertfadens wird nun die Bewegung so erklärt, dass durch das ruckweise Hervorstoßen desselben die Zelle eine Bewegung nach vorn erhalte. O. Müller dagegen erklärt das Zustandekommen der Bewegung ausschließlich aus Plasmaströmen, die in der Richtung der Raphe in höchst eigenartiger Weise verlaufen sollen. Verf. diskutiert seine und die Müller'sche Anschauung ausführlich. Eine definitive Entscheidung, welche von beiden Theorien der Wahrheit entspricht, ist nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse unmöglich zu geben. Verf. spricht auch am Schlusse deshalb die Hoffnung aus, dass die entscheidenden Untersuchungen bald folgen möchten.

Wenn es auch nur möglich war, in groben Zügen den Inhalt des sehr fesselnd und interessant geschriebenen Buches zu zeichnen, so sei hier ausdrücklich auch auf die Tafeln hingewiesen. Dieselben zeigen in vorzüglicher lithographischer Wiedergabe eine ungeheure Menge von Einzelheiten. Grade weil die einzelnen Vorgänge sich so schwer in Worten ausdrücken lassen, war eine große Menge von Figuren erforderlich. Jedenfalls wird die Arbeit für spätere Forschungen außerordentlich anregend und befruchtend wirken. **Lindau** (Berlin). [51]

St. Apáthy, Die Mikrotechnik der tierischen Morphologie. Eine kritische Darstellung der mikroskopischen Untersuchungsmethoden.

Erste Abteilung. 8. 320 Stn. 10 Abb. Braunschweig. Harald Bruhn. 1896.

Das vorliegende Werk, dessen erste Abteilung bisher im Buchhandel erschienen ist, giebt eine kritische Uebersicht über die heute gebräuchliche Mikrotechnik, und zugleich einen historischen Ueberblick über die allmähliche Vervollkommnung der Untersuchungsmethoden und deren Wichtigkeit für die bisher erlangten Forschungsresultate. Mit Recht hebt der Verfasser hervor, dass heute, wo unsere Mikroskope fast die volle theoretisch mögliche Leistungsfähigkeit erlangt haben, ein weiterer Fortschritt nur von der Verbesserung unserer Untersuchungsmethoden zu erhoffen sei. Das Werk ist nicht nur für den Zoologen, Histologen und Embryologen bestimmt, sondern jeder, der sich mit biologischen Problemen beschäftigt, wird darin praktische Winke finden, wie er sein Material am vorteilhaftesten ausnutzen kann. Doch vermisst Referent in der ersten Abteilung eine Erwähnung der mikrochemischen Untersuchungsmethoden, deren Vervollkommnung ein dringendes Bedürfnis für die weitere Vermehrung unserer Kenntnis ist. Sehr ausführlich behandelt der Verfasser das schwierige Kapitel der besten Ausnützung der Beleuchtungsapparate, doch dürfte sich für die Sichtbarmachung der feinsten Strukturen (z. B. Wabenstrukturen) die Untersuchung in schwach brechenden Medien mit enger Blende, wie sie Bütschli so angelegentlich empfiehlt, besser eignen, als die vom Verfasser vorgeschlagene Untersuchung in stark brechenden Medien bei voller Oeffnung des Beleuchtungsapparates, da ja eine so feine Zeichnung durch Irradiation der Strahlen auf der Netzhaut bei großer Helligkeit des Gesichtsfeldes am ehesten sich der Wahrnehmung entziehen wird. Vor allem warnt der Verfasser vor dem Schematismus, der nur nach einer Normalmethode arbeitet, und betont, dass stets eine Kontrole der auf eine Weise gefundenen Resultate stattfinden muss.

Die große Zahl der in diesem Buche zum ersten Mal zusammengestellten Kunstgriffe bei der Bearbeitung mikroskopischen Materiales empfiehlt das Werk nicht nur dem Anfänger, sondern jedem, der dem Zusammensuchen des in den einzelnen Fachzeitschriften verstreuten Materiales nicht seine Zeit unnütz opfern will. **Hans Friedenthal** [48]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. April 1897.** **Nr. 8.**

Inhalt: **Müller**, Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. — **Dallinger**, Untersuchungen an Biflagellaten. — **Ammon**, Der Abänderungsspielraum. — **Chun**, Atlantis, Biologische Studien über pelagische Organismen.

Die Ortsbewegung der Bacillariaceen.

Von **Otto Müller** [1]).

R. Lauterborn widmet in seiner soeben, Ende Dezember 1896 erschienenen Arbeit [2]) einen besonderen Abschnitt der Bewegung, in welchem er meine Arbeiten über denselben Gegenstand einer ausführlichen Kritik unterzieht. Zu meinem lebhaften Bedauern verlässt R. Lauterborn dabei an manchen Stellen den Boden ruhiger, sachlicher Erörterung, auf welchem sich unsere Kontroverse über diese interessanten und verwickelten Vorgänge bisher bewegt hatte. Eine wissenschaftliche Diskussion auf das persönliche Gebiet hinüberzuspielen, bringt, meines Erachtens, der Sache keinen Vorteil; ich werde ihm daher auf diesem Wege nur soweit folgen, als zur Zurückweisung persönlicher Angriffe durchaus notwendig erscheint. Dagegen sehe ich mich durch die neueste Lauterborn'sche Darstellung veranlasst, unsern beiderseitigen Anteil an dieser Frage ein für alle Mal festzustellen und scharf auseinanderzuhalten, sowie mehrfache wesentliche Irrtümer Lauterborn's, den Sinn meiner Auffassung und den Inhalt meiner Aussprüche betreffend, zu berichtigen.

Der weitaus wichtigste Punkt, um den sich unsere Kontroverse über die Ortsbewegung bisher gedreht hat, war die Frage:

1) Auf besonderen Wunsch des Herrn Verfassers bringen wir diese Abhandlung zum Abdruck, obgleich dieselbe, wie auch die früheren über denselben Gegenstand, schon in den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft erschienen ist. Die Redaktion.

2) Untersuchungen über Bau, Kernteilung, Bewegung der Diatomeen. Leipzig 1896.

erfolgt die Ortsbewegung durch Ströme einer zähflüssigen Substanz, welche aus der Raphe auf die äußere Zellwand hervortreten und vom vorderen Pol ausgehend, centralwärts fließen, nach O. Müller?

oder aber

erfolgt dieselbe durch zwei flüssige Fäden, welche aus den vorderen Centralknotenöffnungen hervorschießen, nach R. Lauterborn?

So allein kann die Frage gestellt werden, denn ich betone, dass der Bewegungsmechanismus in jedem dieser beiden Fälle ein von Grund aus verschiedener ist, ja, dass einer den anderen ausschließt.

In erster Linie war daher festzustellen, welcher von diesen beiden Mechanismen in der Wirklichkeit vorhanden ist und die lokomotorische Wirkung zu leisten vermag und es ist in Hinsicht dieser Wirkung durchaus nebensächlich, ob die Ströme und die Fäden aus Protoplasma oder aus einer schleimigen Gallerte bestehen; letztere Frage hat nur insoweit eine mechanische Bedeutung, als die Reibungscoefficienten beider Substanzen vermutlich verschieden sind, im übrigen ist sie biologischer Natur. Um diese Frage vorläufig offen zu halten, nenne ich diese, die Ortsbewegung nach meiner Auffassung zunächst veranlassenden Ströme: primäre Rhapheströme. Nach dieser ersten und wichtigsten Frage: Ströme oder Fäden? werde ich dann die zweite, Plasma oder Gallerte? erörtern.

Nachdem Max Schultze 1865 die Vermutung ausgesprochen hatte, dass die Rhaphe die Zellwand durchbricht und das aus ihr hervortretende Plasma die Zelle zu Kriechbewegungen befähigt [1]), habe ich das mechanische Prinzip der hervortretenden Rhapheströme zuerst 1889 in meiner Arbeit „Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung“ [2]) aufgestellt. Darin beschrieb ich u. a. den Bau der Rhaphe, die Anordnung ihrer Spalten in je zwei, von den Polen zum Centralknoten gerichteten, kapillaren Strombahnen auf jeder Schale, welche in direkte Kommunikation mit Durchbrechungen der Endknoten treten. Ich wies nach, dass das Plasma unter einem hohen Turgordruck steht. In das kapillare System der Rhaphe mit beschleunigender Kraft hineingepresst, wird in diesem durch den Widerstand molekularer Kräfte ein Ausgleich der Druckdifferenz zwischen Zellinnern und Rhaphe erzielt, und die aktive Bewegung des Plasmas kann innerhalb der vorgeschriebenen Bahnen regelmäßig von Statten gehen. — In dieser Arbeit sind bereits die mechanischen Eigenschaften der hieraus gefolgerten Bewegungsmaschine und die wesentlichen Grundlagen meiner Bewegungstheorie festgelegt. Mit Bezug auf die Rhapheströme sagte ich, S. 176:

1) Die Bewegung der Diatomeen. Archiv f. mikr. Anat., Bd. I, S. 376.
2) Ber. der deutschen bot. Gesellsch., Bd. VII, S. 169 ff.

„Die Ortsbewegung ist nach meiner Auffassung die Wirkung der an der Oberfläche (der Ströme) zur Geltung kommenden motorischen Kräfte und die Resultante dieser Kräfte ist ihre (der Ortsbewegung) Richtung".

Im Jahre 1896 fügte ich noch einige Ergänzungen hinzu, vorzugsweise die eigentümliche Propellereinrichtung der Maschine betreffend, welche den Strom zwingt in Schraubenlinien zu fließen[1]).

März 1892, ging von O. Bütschli und R. Lauterborn eine völlig andere Lehre aus[2]).

Diese Autoren brachten *Pinnularia nobilis* in konzentrierte Tuscheemulsion und beobachteten danach centralwärts gerichtete „Körnchenströmungen" in der Nähe der jeweilig vorderen Rhaphebahnen, welche die Tuschekörnchen dem „Knotenpunkte" der Rhaphe zuführten. Dort sammelten sie sich zu einem Klümpchen und aus diesem, bezw. dem Knotenpunkte, schoss ruckweise je ein Faden hervor, an dem Tuschekörnchen energisch anklebten.

Bütschli und Lauterborn folgerten aus diesen Beobachtungen, dass

„das raketenartige Vorschießen der Fäden auch ohne Befestigung ihrer Enden wohl genüge, um mittels des Rückstoßes an dem umgebenden Wasser, das ruckende Vorwärtsschreiten der Diatomee zu erklären".

Ferner dass

„die Ursache der Diatomeenbewegung demnach auf eine sehr reichliche Erzeugung klebriger Gallerte zurückzuführen sei, welche an den Knotenpunkten der Rhaphe in Gestalt feiner Fäden und mit einer gewissen Kraft hervorschießt".

Ueber eine etwaige mechanische Bedeutung der Körnchenströme sagt ihr Bericht nichts aus, die Fäden allein werden als Bewegungsmechanismus in Anspruch genommen. Die Fäden wurden bisher nur bei den großen Pinnularien, *major*, *nobilis*, *viridis* beobachtet.

R. Lauterborn stellte weitere Mitteilungen über diese wichtigen Beobachtungen, welche ich, soweit die Erscheinungen an sich in Betracht kommen, bestätigen konnte, in Aussicht. Nachdem diese Mitteilungen aber nach $1^3/_4$ Jahren, Dezember 1893, noch nicht erschienen waren, veröffentlichte ich meine, in mehreren Beziehungen ergänzenden Beobachtungen und meine abweichende Deutung der

1) Ortsbewegung IV. Mechanik S. 114. Ber. der deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XIV, S. 111 ff.

2) Verhandl. des naturw. med. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. IV, März 1892.

Erscheinungen, zu der ich inzwischen gelangt war[1]). Der Ansicht Bütschli und Lauterborn's entgegen, legte ich bezüglich der Ortsbewegung das Gewicht auf die Körnchenströme, von denen ich annahm, sie seien durch die primären Rhapheströme sekundär hervorgerufen. Die Körnchenströme betrachtete ich als eine neue Bestätigung der Realität der primären Rhapheströme, welche die Ortsbewegung verursachen und deren Vorhandensein bisher nur durch die Verschiebung der an ihnen haftenden Fremdkörper erkannt werden konnte. Ich stellte ferner die halbmondförmige Polspalte der Endknoten als den Ausgang, und die vordere Centralknotenöffnung als den extracellularen Endpunkt der Ströme fest. Den Fäden dagegen konnte ich einen Anteil an der Bewegung nicht beimessen, vielmehr erklärte ich ihr Zustandekommen durch eine Stauung beim Rückfließen der Rhapheströme in die vordere Centralknotenöffnung. Der Faden schoss nicht aus der Oeffnung hervor, sondern im Gegenteil, er wurde, so oft und so lange der rückfließende und nachrückende Strom an der Umbiegungskante der Oeffnung staute, passiv abgeschoben. Damit erklärte ich auch später[2]) das zeitweise und länger anhaltende Fehlen des Fadens trotz fortgesetzter Bewegung der Zelle, welches nicht erklärt werden kann, wenn der Faden die Ursache der Bewegung ist.

Ein schärferer Gegensatz in der Auffassung der mechanischen Einrichtungen, als er hier zu Tage trat, ist kaum denkbar.

Lauterborn veröffentlichte denn auch bereits März 1894 eine Erwiderung[3]). In dieser erklärte er S. 77:

> „Eine Maschine, konstruiert auf Grund der von Müller vorausgesetzten mechanischen Prinzipien, und ausgestattet mit ähnlichen schwachen Strömungen einer schleimigen Substanz längs einer der Rhaphe entsprechenden Linie, würde nach unserem Dafürhalten schwerlich im Stande sein, den der Fortbewegung entgegenstehenden Widerstand des Wassers zu überwinden. Wenigstens bedarf es auch zu einer mäßigen Fortbewegung im Wasser bei den uns bekannten Organismen und Maschinen, deren Fortbewegungswerkzeuge durch den Widerstand am umgebenden Medium wirksam werden, mechanisch viel besser und wirksamer konstruierter Vorrichtungen".

Ferner S. 78 zum Schluss:

> „Mir kam es in dieser Arbeit lediglich darauf an, in möglichster Kürze unsere aus der Untersuchung der obengenannten *Pinnularia*-Arten resultierende Auffassung der Diatomeen-Bewegung gegen

1) Ortsbewegung I. Ber. der deutsch. bot. Ges., Bd. XI, S. 571 ff.

2) Ortsbewegung II. Ber. der deutsch. bot. Ges., Bd. XII, S. 141.

3) Zur Frage nach der Ortsbewegung der Diatomeen. Ber. der deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XII, S. 73 ff.

die von Herrn Müller erhobenen Einwände zu verteidigen; eine eingehendere Begründung derselben werde ich, unter Beigabe mehrerer Abbildungen, in meiner größeren Arbeit folgen lassen, mit deren Vollendung ich gegenwärtig beschäftigt bin".

Das mechanische Prinzip, welches ich bei der Konstruktion meiner Maschine vorausgesetzt habe, ist nun kein anderes, als das Prinzip der Rhapheströme, welche durch überaus komplizierte und sinnreiche Einrichtungen gezwungen werden, schraubenförmig in bestimmter Richtung zu fließen. Lauterborn zieht also die Leistungsfähigkeit einer auf Grund dieses Prinzips aufgebauten Maschine in Zweifel. Ihr gegenüber betrachtet er die Fäden als mechanisch viel besser und wirksamer konstruierte Vorrichtungen, die er in dem Schlusssatze als Ursache der Diatomeenbewegung aufrecht hält, indem er eine eingehende Begründung in Aussicht stellt.

Nach dieser Lauterborn'schen Entgegnung sind von mir noch drei die Ortsbewegung betreffende Arbeiten veröffentlicht worden.

In der ersten [1]), Mai 1894, habe ich, S. 141, Beobachtungen mitgeteilt, welche die Abhängigkeit des Fadens von dem vorderen Körnchenstrom betreffen. Wenn die Zelle aus der Ruhe in Bewegung übergeht, erscheint zuerst der Körnchenstrom und nachher der Faden. Diese Beobachtung stellte die Selbständigkeit des Fadens, welche, nach meinem Dafürhalten, eine notwendige Voraussetzung der Lauterborn'schen Auffassung ist, in Frage. Ich suchte zu zeigen inwiefern die Abhängigkeit des Fadens die Gründe vermehre, welche gegen dessen Hervorschießen aus der vorderen Centralknotenöffnung sprechen, auf welches die Lauterborn'sche Annahme in erster Linie sich stützte.

Im Verlaufe meiner ferneren Untersuchungen drängten sich mir dann immer größere Zweifel an der Realität der, sei es aus Plasma oder aus Gallerte gebildeten, Fäden auf, und ich gelangte zu der Ansicht, dass die in Tuscheemulsion erscheinenden Fäden wahrscheinlich nur aus Tuschekörnchen bestehen, welche sich aneinanderreihen und mit einander verkleben, dass daher ohne Körnchen ein Faden überhaupt nicht gebildet werde. Auf die Gründe, welche mich dazu veranlassten, werde ich nachher eingehen. Diese Zweifel sprach ich Januar 1896 in meiner Arbeit Ortsbewegung III [2]) aus.

Inzwischen war in P. Hauptfleisch ein neuer Gegner meiner Bewegungstheorie erstanden, der sich dem Widerspruch Lauterborn's insoweit anschloss, als auch er meine Maschine für leistungsunfähig erklärte [3]).

---

1) Ortsbewegung II. Ber. der deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XII, S. 136 ff.

2) Ber. der deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XIV, S. 63 ff.

3) Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mitth. des naturw. Vereins für Neu-Vorpommern und Rügen. 27. Jahrg., 1895.

Infolge dessen entschloss ich mich zu dem schwierigen und nicht unbedenklichen Versuch, die Mechanik der Ortsbewegung auf eine rechnerische Basis zu stellen[1]). Ich selbst habe mich, S. 116, darüber ausgesprochen, innerhalb welcher Grenzen ich die Lösung dieser Aufgabe für möglich halte.

Meine Messungen und Berechnungen haben die Leistungsfähigkeit meiner Maschine über jeden Zweifel gestellt; sie führten aber noch zu anderen, überraschenderen Resultaten. Die Rechnung ergab, dass eine überaus geringe Geschwindigkeit der Rhapheströme genügt, um die Ortsbewegung zu bewirken.

Zwei Faktoren der Rechnung, die Reibungscoefficienten der Zellwand und der Stromsubstanz, sind unbekannt. Ich ging aber von der, meines Erachtens notwendigen, Voraussetzung aus, dass die Zelle mit einer Wasserhaut umgeben ist, die derselben unmittelbar anliegende Wasserschicht daher nicht mit der Zellhaut in Friktion tritt, sondern dass bei der Bewegung zwei Wasserschichten aneinander reiben. Der Reibungscoefficient ist dann gleich dem bekannten der inneren Reibung des Wassers. Ich setzte alsdann auch den unbekannten Reibungscoefficienten der Stromsubstanz zunächst gleich dem der inneren Reibung des Wassers, mit anderen Worten, ich nahm vorerst an, die Substanz der Rhapheströme wäre Wasser, in welchem Falle die Maximalgeschwindigkeit der Strombänder beansprucht würde, um die Zelle zu verschieben. Unter dieser Voraussetzung berechnet sich die Maximalgeschwindigkeit der Rhapheströme bei *Pinnularia viridis* auf nur 21 μ in der Sekunde oder das 3fache derjenigen Geschwindigkeit, welche sie der Zelle erteilen, die einen Weg von 7 μ in der Sekunde zurücklegt. — Die Rhapheströme bestehen nun aber zweifellos nicht aus Wasser, sondern aus einer ungleich zäheren klebrigen Substanz, welche sicher einen sehr viel größeren Reibungscoefficienten besitzt und deshalb ist die thatsächlich erforderte Geschwindigkeit eine geringere. Aus den, Ortsbewegung IV, S. 123, angeführten Gründen müssen die Strombänder, um die Zelle mit der gemessenen Geschwindigkeit $v = 7\,\mu$ zu verschieben, etwa die Geschwindigkeit $1{,}5\,v$ erreichen. Daraus berechnet sich dann der Reibungscoefficient der Stromsubstanz auf 0,11; dieser wäre etwa 7mal größer, als der des Wassers, ein Ergebnis, welches, bei der Viscosität des Plasma, der Wahrscheinlichkeit durchaus nicht widerspricht.

Eine zweite wichtige Beziehung fand ich darin, dass die Oberflächen der Zelle zu den Oberflächen der Rhapheströme und zu der beobachteten Geschwindigkeit in einem mathematischen Verhältnis stehen. — Diese Ergebnisse der Rechnung scheinen mir meine Bewegungstheorie wesentlich zu unterstützen, wenigstens tritt nirgend

1) Ortsbewegung IV, Mechanik. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., Bd. XIV, S. 111 ff.

eine Unwahrscheinlichkeit oder ein Widerspruch mit den bekannten und beobachteten Thatsachen hervor. — Wie ich bereits Ortsbewegung IV, S. 117 bemerkte, beziehen sich meine Rechnungen auf gallertfreie, in meinen Kulturen lebende Individuen. Bei Abscheidung einer lockeren Schleim- oder Gallertschicht greifen etwas veränderte Verhältnisse Platz, da die reibende Fläche an die Peripherie der Gallertschicht verlegt wird und der Reibungscoefficient sich ändert. Letzterer Umstand aber wird vielleicht durch die Vergrößerung der reibenden Flächen teilweise ausgeglichen.

So war die Sachlage bis zum Erscheinen der jüngsten Lauterborn'schen Arbeit[1]), in der die Begründung seiner abweichenden Bewegungstheorie in Aussicht gestellt war.

In dieser Arbeit findet sich S. 124 der folgende Satz, den Lauterborn durch gesperrte Schrift auszeichnet:

> „Wenn vom Zellinnern aus eine klebrige Substanz mit großer Gewalt in die nach außen offene Rhaphe hineingetrieben wird und in dieser dann mit einer gewissen Geschwindigkeit nach einer bestimmten Richtung dahinströmt, so dürfte die von der strömenden Substanz an ihrer Berührungsfläche mit dem umgebenden Wasser entfaltete lebendige Kraft genügen, um den Reibungswiderstand des umgebenden Wassers zu überwinden und die ganze Zelle nach der Richtung hin fortzubewegen, welche derjenigen der in der Rhaphe vorherrschenden Strömung gerade entgegengesetzt ist".

Ich brauche kaum auf den vollkommenen Widerspruch dieses Satzes mit Sinn und Wortlaut des vorher S. 292 citierten Lauterborn'schen Satzes von 1894 hinzudeuten; genau das, was der zweite aussagt, hat vorher der erste bestritten! Da nun Lauterborn weder den ersten Satz zurückzieht, noch dem zweiten Satze hinzufügt, dass er nunmehr das von mir 1889 aufgestellte und inzwischen weiter ausgebaute und begründete Prinzip der Rhapheströme, welches er bis dahin bekämpfte, de facto anerkennt, so stellte ich dies hiermit ausdrücklich fest; denn dieser Satz ist der Angelpunkt meiner Bewegungstheorie!

Der einzige Unterschied zwischen meinem Mechanismus und demjenigen, den er neuestens als leistungsfähig anerkennt, besteht darin, dass nach meiner Ansicht die primären Rhapheströme aus der Rhaphe hervortreten und rechts und links von derselben ersichtlich in der Breite der sekundär erzeugten Körnchenströme auf der Zellwand gleiten, nach Lauterborn dagegen das Hervortreten unterbleibt. Dieser Unterschied spricht nicht zu Gunsten Lauterborn's, denn er reduziert die Berührungsfläche auf ein Minimum.

1) Bau, Kernteilung, Bewegung der Diatomeen.

Es leuchtet aber ein, dass die Ströme nur insoweit eine lokomotorische Wirkung ausüben können, als ihre Oberflächen mit dem umgebenden Medium unmittelbar in Berührung treten. Die minimale Berührungsfläche jedoch, welche die nach Lauterborn allein in Betracht kommende, unermessbar dünne Kante des Stromes an der nach außen offenen Rhaphegrenze bietet, würde den Reibungswiderstand nur dann zu überwinden vermögen, wenn die Geschwindigkeit der Ströme eine sehr viel größere ist, als dies, nach Maßgabe der Geschwindigkeit der an der Rhaphe unmittelbar gleitenden Fremdkörper und der vorderen Körnchenströme, anzunehmen gestattet ist.

Hinsichtlich der großen Pinnularien, *major*, *nobilis*, *viridis*, lässt Lauterborn auch diesen Unterschied fallen; er sagt S. 121, dass der in der Rhaphe centralwärts sich bewegende Strom „noch ein Stück weit über dieselbe seitlich hervortritt", und damit würde er dann meiner Auffassung von der Anordnung und Wirkung der Strombänder in allen wesentlichen Punkten zugestimmt haben. Auch in Hinsicht des mechanischen Effekts der zuweilen beobachteten entgegengesetzt gerichteten Ströme auf gegenüber liegenden Strombahnen, spricht Lauterborn S. 127 nichts anderes aus, als was ich bereits 1889 in meiner Arbeit (Durchbrechungen, S. 177) im weiteren Umfange erläutert habe.

Während Lauterborn bis dahin die Fäden als den wirksameren Mechanismus und als Ursache der Bewegung bezeichnete, stellt er jetzt die Rhapheströme in den Vordergrund und überlässt den Fäden nur noch eine untergeordnete Beteiligung an der Ortsbewegung.

„Dass daneben (neben den Strömen), sagt er S. 124, auch noch eine Fortbewegung mittels einer Art von Rückstoß, wie sie von den Diatomeen besonders für *Pinnularia* wahrscheinlich zu machen gesucht wurde, sehr wohl möglich ist, geht daraus hervor, dass ein bis zu einem gewissen Grade übereinstimmendes Prinzip sogar in der Nautik zur Fortbewegung großer Schiffe Anwendung gefunden hat". Lauterborn erklärt sodann nach Ruthven das Prinzip der „hydraulischen Reaktion" oder des „Wasserpralls".

Ich habe niemals in Zweifel gezogen, dass die Fäden, wenn sie vorhanden wären und aus der Centralknotenöffnung hervorschießen, mechanische Arbeit leisten; vielmehr habe ich dies, Ortbewegung II, S. 137, ausdrücklich mit den Worten anerkannt, dass der Faden, die gegebene Geschwindigkeit selbstverständlich vorausgesetzt, „lediglich nach Maßgabe seines Querschnitts zur Wirkung käme". Aber ich glaube allerdings, dass Lauterborn über die Größe dieser Arbeit sich einer Täuschung hingiebt, weil er nicht berücksichtigt, was Ruthven als Bedingung vorausschickt, nämlich „einen dauernden Strom von großer Geschwindigkeit und entsprechender Mächtigkeit".

Um darüber eine Vorstellung zu gewinnen ist die Kenntnis der Geschwindigkeit des Fadens erforderlich. Nach Lauterborn soll derselbe raketenartig hervorschießen, was auf eine erhebliche Geschwindigkeit hindeutet. Ich dagegen habe niemals eine Fadengeschwindigkeit beobachtet, welche größer zu schätzen wäre, als die sehr mäßige Geschwindigkeit der Körnchenströme oder der an der Rhaphe gleitenden Fremdkörper; dies ist schon eine notwendige Folge der Abhängigkeit des Fadens vom vorderen Körnchenstrom. *Pinnularia viridis* hat eine Eigen-Geschwindigkeit von 7 μ in der Sekunde, die Geschwindigkeit ihrer Rhapheströme beträgt alsdann, wie vorher erörtert, das 1,5fache, also 10,5 μ, und dieselbe Geschwiudigkeit besitzen, nach meinen Beobachtungen, auch die Fäden. In meiner Arbeit Durchbrechungen, S. 145, gab ich den Durchmesser des Centralknotenkanals zu 0,3—0,4 μ an. Wenn der Faden aus dem Kanal hervorschießt, könnte sein Durchmesser jedenfalls nicht größer als 0,4 μ sein und der Querschnitt wäre dann 0,126 q μ. Die Arbeit aus dem hydraulischen Druck oder Stoß (Ortsbewegung IV, S. 125) berechnet sich unter diesen Voraussetzungen nach der Formel

$$P.v. = \xi \cdot \frac{v^2}{2g} . F . \gamma$$

worin v die Fadengeschwindigkeit, g die Schwerkraft, F den Querschnitt und γ das spezifische Gewicht des Wassers bezeichnet, während ξ eine Erfahrungszahl bedeutet, welche von der relativen Länge $\frac{l}{\sqrt{F}}$ abhängt. Diese nach den von Weisbach gegebenen Werten zu 2 angenommen, ergiebt als Arbeitsleistung eines Fadens $P.v = 14{,}829\, \delta\, \mu\, s$, als diejenige zweier Fäden also etwa $30\, \delta\, \mu\, s$. — Der Reibungswiderstand, den eine *Pinnularia viridis* von 153,21 μ Länge zu überwinden hat, erfordert aber eine Arbeitsleistung von $56285\, \delta\, \mu\, s$ (Ortsbewegung IV, S. 120). Die Fäden würden also, bei einer Geschwindigkeit von 10,5 μ in der Sekunde, von den erforderlichen 56285 Arbeitseinheiten deren 30 übernehmen! — Sollten aber die beiden Fäden die ganze Arbeit leisten, so bedingte dies eine Geschwindigkeit

$$v = \sqrt[3]{\frac{a \,.\, 2g}{\xi \,.\, 2F \,.\, \gamma}}$$

worin $a = 56285$ gesetzt wird; d. h. die Fäden würden mit einer Geschwindigkeit von 130 μ in der Sekunde hervorschießen, also die 18,5fache Geschwindigkeit der Zelle besitzen müssen, während die Rhapheströme nur die 1,5fache Geschwindigkeit zu erreichen brauchen! Dabei wurde die dem Stoß entgegen gerichtete Reibung des Fadens nicht berücksichtigt und die sehr zweifelhafte Steifheit desselben vorausgesetzt. — Hiernach schlage ich die Fadenwirkung, alles in allem,

gleich Null an, immer vorausgesetzt, dass die Fäden überhaupt vorhanden sind, was ich außerdem bezweifle.

Auch die Ausführungen Lauterborn's S. 126, 126, worin er den Vergleich des Ruthven'schen Reaktionsschiffes mit dem Bewegungsmechanismus der Diatomeen noch weiter ausdehnt, halte ich für unzutreffend. Der aus einer Röhre hervorschießende Flüssigkeitsfaden ist ein völlig anderer Mechanismus, als der in einer offenen Rinne gleitende Strom und meine Maschine, die Lauterborn übrigens auch auf S. 125 meinen Angaben gemäß annimmt, hat mit dem Ruthven'schen Reaktionsschiffe nicht das geringste gemein. Meine Untersuchungen über den Turgordruck jedoch hat er missverstanden, wenn er sie dafür anführt, dass dieser den Strom in der offenen Rhaphe „mit großer Intensität nach einer bestimmten Richtung" verschiebt. Einmal ist die Intensität, wie vorher gezeigt, nur eine sehr geringe, und zweitens habe ich im Gegenteil ausdrücklich ausgesprochen, dass der hohe Turgordruck, der das Plasma in die Rhaphe hineinpresst, durch den Widerstand molekularer Kräfte in diesem kapillaren System aufgehoben wird, so dass die Bewegung des lebenden Plasmas, nach meiner Auffassung, eine aktive ist. Wenn aber Lauterborn trotzdem daran festhalten will, dass der Strom in der offenen Rhaphe durch den Turgordruck verschoben wird, so kann er doch nicht gleichzeitig sein Hervortreten in Abrede stellen; der Strom muss nach der offenen Seite ausweichen, sobald er unter Druck steht! Besteht nun der Strom aus einer leblosen Substanz, Gallerte oder Schleim, wie Lauterborn behauptet, so ist sein Hervortreten aus der Rhaphe schon die natürliche Folge des zur Verschiebung der leblosen Substanz notwendigen Druckes!

Nachdem ich gezeigt, wie weit Lauterborn in seiner jüngsten Arbeit mit Bezug auf die mechanische Frage meinem Standpunkte sich genähert hat, gehe ich zu der zweiten Frage: „Plasma oder Gallerte" über.

Eine Gallerthülle im Sinne Bütschli und Lauterborn's, d. h. eine ständige plastische Hülle oder Scheide habe ich in meiner Arbeit Ortsbewegung I bestritten. Indessen überzeugte ich mich bald, dass die grossen Pinnularien *major*, *nobilis viridis*, während der Bewegung in der That einen lockeren gallertartigen Schleim absondern. Aber nicht erst meine 1896 erschienene Arbeit, Ortsbewegung III, lieferte den „Beweis, dass ich meine Ansichten über diesen Punkt erfreulicherweise bedeutend modifiziert habe", wie Lauterborn p. 135 bemerkt. Dieser Nachweis Lauterborn's war nicht erforderlich, denn ich selbst habe sogleich nach seiner Entgegnung, Mai 1894, offen und loyal ausgesprochen, in wie weit ich meine früher geäußerte Ansicht zu modifizieren habe. Ich sagte, Ortsbewegung II, p. 139:

„Nach diesen Beobachtungen muss ich zugeben, dass die Schleimbildung lebhaft sich bewegender Pinnularien, entsprechend der Bütschli-Lauterborn'schen Beobachtung in größerem Umfange stattfindet als ich annahm, dass dieselben einen lockeren Schleim abscheiden, der die Zelle vollständig einschließen kann; sie thun dies aber nur während der Bewegung."

Letzteres bestreitet Lauterborn; ich halte indess meine, Ortsbewegung II p. 138, eingehend beschriebenen Beobachtungen ihrem ganzen Umfange nach aufrecht. Die genannten großen Pinnularien lassen zeitweise, insbesondere nach längerer Ruhe, keine Spur, einer Schleim- oder Gallerthülle erkennen, ohne dadurch die Fähigkeit der Ortsbewegung zu verlieren. Dieser Umstand hatte mich dazu geführt, die Hülle anfänglich zu bestreiten. Zwingt man dann solche gallertfreie Individuen durch Luftzufuhr und intensive Belichtung zur Bewegung, so erscheint, je länger, je mehr, eine hyaline Schleim- oder Gallertschicht, zuerst an den Polen als Kappen, später auch über andere Teile der Rhaphe und endlich entsteht eine mehr oder weniger vollständige Hülle. Diese Beobachtungen sind durchaus gesichert und ich habe solche Individuen auf Tafel III und IV meiner Arbeit, Ortsbewegung III, abgebildet. Auch P. Hauptfleisch[1]) und neuerdings H. Klebahn[2]) bestätigen, dass die Hülle keineswegs immer eine vollständige ist. Bei anderen als den genannten drei großen Pinnularien und, nach Klebahn bei *Rhopalodia gibba*, nach Hauptfleisch auch bei einigen Nitzschien, nach Lauterborn bei *Cymbella cuspidata* sind entsprechende Gallertbildungen bisher überhaupt nicht beobachtet worden.

Ich habe sodann einen wesentlichen Irrtum Lauterborn's zu berichtigen. An verschiedenen Stellen, insbesondere aber p. 120, 121, bekämpft Lauterborn sehr energisch eine Ansicht als die meine, die ich niemals gehabt, niemals geäußert habe. Ich soll die als vorderer Körnchenstrom bezeichnete lockere hyaline Hüllschicht, in ihrer ganzen Breitenausdehnung für Plasma erklärt haben.

In diesem Irrtum befangen, bemerkt Lauterborn dann, Müller beweist damit, „dass er sich selbst wohl nie die Mühe genommen hat, das strömende Plasma eines Rhizopoden zu betrachten und dass ihm auch die Litteratur über Protoplasma der letzten 30 Jahre ziemlich verschlossen geblieben ist". — Ich überlasse diesen „Beweis" Lauterborn's getrost der Beurteilung meiner Leser, aber ich kann Lauterborn nicht den Vorwurf ersparen, dass er sich eine solche Kritik gestattet, obgleich er meine Arbeiten doch gelesen haben muss. Meine Arbeit Ortsbewegung II, ist fast ausschließlich dem Nachweise ge-

1) l. c. S. 7.

2) Auxosporenbildung, I. Jahrb. f. wissensch. Botanik, XXIX, S. 621.

widmet, dass der bei den genannten großen Pinnularien auftretende vordere Körnchenstrom aus zwei Schichten besteht, einer in unmittelbarer Nähe der Rhaphe fliessenden klebrigen mit aktueller Energie ausgestatteten Plasma-Schicht und einer zweiten, nicht oder weniger klebrigen Schleim- oder Gallert-Schicht. Ich führte p. 142 aus, „dass die mit aktueller Energie ausgestattete Schicht des Stromes durch die Centralknotenöffnung zurückfließt", während „der ausgeschiedene Schleim sich alsdann nach Maßgabe seiner Menge auf den Zellwandflächen verteilt, die er zeitweise vollständig überziehen kann" und erklärte es für „wahrscheinlich, daß die zurückfliessende Schicht des Stromes Protoplasma ist". Ich hob ferner p. 138 ausdrücklich hervor: „die Tuschekörnchen laufen im Abstande von der Zellwand an der Peripherie der Schleimschicht" und „die relativ sehr viel größeren und schwereren Karminkörner dringen in die Schleimschicht ein... treten dann ihrerseits teilweise in unmittelbaren Kontakt mit der Rhaphe und gleiten daselbst fort".

Mit welchem Rechte, frage ich, sagt da Lauterborn unter Hinweis auf diese Beobachtungen u. a. p. 120: „weiterhin auch der von Müller beobachtete Umstand, dass nur kleine Tuschekörnchen am Rande des Stromes dahingleiten, größere Tuschebrocken oder Karminkörner in die lockere hyaline Masse einsinken und dann in unmitelbarer Nähe der Rhaphe der Zellmitte zugeführt werden, lässt sich doch mit den Eigenschaften eines Plasmastromes nicht in Einklang bringen". — Lauterborn bespricht sogar p. 135 meine Strukturbilder dieser Schleim- oder Gallertschicht, Ortsbewegung III, Tab. III, Fig. 11—21 und dennoch verfiel er in den schweren Irrtum, dass ich diese hyaline Hüllschicht, die ich stets als Schleim- oder Gallertschicht bezeichnet und über deren Entstehung ich mich ebenso unzweideutig geäußert habe[1]), für Plasma halte. Hieran knüpft er dann seine lange, mit unerfreulichen persönlichen Seitenblicken ausgestattete, abfällige Kritik.

In Bezug auf die Plasmaschicht bemerke ich noch, was ich als selbstverständlich nicht besonders erwähnt habe, dass dieselbe nur eine minimale Dicke besitzen, jedenfalls nicht dicker sein kann, als das kapillare Lumen der Rhaphespalte, aus der sie hervortritt. Das geht auch schon aus dem wiederholt hervorgehobenen Um-

1) Ich sagte Ortsbewegung, III, S. 62: „Nach meinen Beobachtungen entsteht die Gallerte in Tröpfchenform; sie scheidet sich ab, sobald das Plasma mit dem Wasser in Berührung kommt, zunächst also, wenn es aus der Polspalte hervortritt; die Tröpfchen fließen zusammen und bilden über dem Plasma-Strom eine zusammenhängende Schicht (Fig. 13); so entsteht die Gallertkappe an den Polen. Scheidet nun der zufließende und fortschreitende Plasmastrom immer neue Gallerte in Tropfen ab, die zusammenfließen, so entsteht, bei lebhafter Bewegung, durch Abfließen der Gallerte auf benachbarte Flächenteile, eine mehr oder weniger vollständige Hülle".

stande hervor, dass die an dieser Schicht haftenden gröberen Fremdkörper in unmittelbarer Nähe der Rhaphe verschoben werden, also in keinem wahrnehmbaren Abstande über derselben.

Die Gründe, welche mich veranlassen, den in der Raphe fliessenden und aus ihr hervortretenden, jedenfalls sehr dünnen Strom für Protoplasma zu halten, habe ich an verschiedenen Stellen meiner Arbeiten ausgeführt. Besonderes Gewicht legte ich auf das Zurückfließen dieses Stromes, oder, falls derselbe Gallerte ausgeschieden hat, der mit aktueller Energie ausgestatteten Schicht desselben, mit der die gröberen Fremdkörper verschoben werden, und ich bemerkte, dass das Zurückfließen von Schleim oder Gallerte von vornherein sehr unwahrscheinlich ist. — Auch die komplizierte und sinnreiche Ausgestaltung der Rhaphe deutet darauf hin, dass sie wesentlichere Bestandteile des primordialen Zellleibes zu befördern bestimmt ist (Ortsbewegung II, S. 140). — Die Ausgleichung der Druckdifferenz zwischen Zellinnern und Rhaphe in Folge deren Kapillarität, ist ein notwendiges Postulat, da anderenfalls der Inhalt herausgepresst würde (Durchbrechungen, S. 175). Wenn aber der Strom in der Rhaphe nicht durch einseitigen Druck verschoben wird, so muß lebende Substanz in der Rhaphe fließen. Endlich habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass auch festsitzende [1]) oder im Fadenverbande lebende Bacillarien vielfach eine Rhaphe besitzen, dass also die Rhaphe nicht allein, vielleicht nicht einmal in erster Linie, die Ortsbewegung vermittelt, sondern noch eine andere wichtige Funktion ausüben muss, als welche ich die Atmung vermutete. Auch in diesem Falle müsste lebendes Plasma mit dem umgebenden Medium in Wechselwirkung treten (Durchbrechungen S. 178).

Das sind freilich keine Beweise, aber es sind wohlerwogene Gründe, denen Lauterborn bisher keine gleichwertigen oder gar besseren entgegengesetzt hat, welche für die Gallertnatur des in der Rhaphe fließenden Stromes sprechen; denn dass Lauterborn an der Substanz in der Kanalrhaphe der Surirellen keine wabige Struktur erkennen kann, und die Thatsache, dass bei den Bacillarien gelegentlich auch Gallert- oder Schleimbildungen vorkommen und bei Desmidiaceen und Oscillarien Bewegungserscheinungen anderer Natur durch Gallertabscheidung hervorgerufen werden, genügt keineswegs, um die Lauterborn'sche Behauptung zu stützen.

Das Zurückfließen des Stromes wird von Lauterborn S. 122 bezweifelt; ich habe dasselbe meines Erachtens durch die, Ortsbewegung II, S. 142, erörterten Gründe erwiesen, abgesehen davon, dass es schon aus dem Bau der Rhaphe selbst notwendig gefolgert

1) Die Cocconeiden z. B. haben eine Rhaphe auf der freien, mit dem Wasser in Berührung stehenden Schale; die Schale dagegen, mit der sie anderen Körpern aufsitzen, hat keine Rhaphe.

werden muss. Der Einwand Lauterborn's, dass der Strom, wenn er wirklich in das Innere zurücktreten sollte, schon vor der Centralknotenöffnung die Oberfläche der Zelle verlassen könnte, da die Rhaphe nach dem Zellinnern nicht abgeschlossen ist, wird durch den Augenschein widerlegt. Selbst wenn der Strom es könnte, so thut er es doch nicht! Niemals werden die Körnchen an einen anderen Punkt geführt, als genau zur Centralknotenöffnung. Das gilt auch für diejenigen Bacillarien, und diese sind die große Mehrzahl, bei denen die Bildung einer Schleim- oder Gallertschicht nicht nachweisbar ist, bei denen die Körnchen nicht in einem, der Schleimschicht entsprechenden, Abstande von der Rhaphe, sondern unmittelbar an dieser, von der Plasmaschicht verschoben werden. Träte der Strom, bevor er die Centralknotenöffnung erreicht hat, in das Innere zurück, so müssten die Körnchen sich auch an dieser Stelle ansammeln. Die Beobachtung ergiebt aber ausnahmslos, dass die Körnchen bis zur Oeffnung selbst geführt werden, und erst durch den Eintritt des zurückfließenden Stromes in den Centralknotenkanal werden sie abgestreift und bilden das Wölkchen.

Endlich aber stelle ich die Frage, was wird denn aus dem Strom bei diesen gallertfreien Bacillarien? Lauterborn bezweifelt S. 123 das Hervortreten aus der Rhaphe, aber er bezweifelt S. 122 auch das Zurückfließen. Wohin kann der Strom dann fließen, wie kann überhaupt noch ein Strom zu Stande kommen?

Diese gallertfreien Bacillarien führen zu der Frage von der Sichtbarkeit des Stromes über. Ich habe gesagt, dass auch bei ihnen ein vorderer Körnchenstrom vorhanden ist, und ich füge hinzu, dass dieser Strom auch bei ihnen rechts und links von der Rhaphe in einer erheblichen Breite fließt. Diese Thatsachen habe ich bei *Stauroneis Phoenicenteron*, woselbst die Breite des Stromes 3,74 μ beträgt (Ortsbewegung IV, S. 121), sowie bei *Navicula ambigua*, in zahlreichen Fällen feststellen können. — Wenn man aber diese Bacillarien nicht in Tuscheemulsion, sondern einfach in Wasser untersucht, so ist, auch mit den besten Apochromaten, wie Lauterborn S. 123 mit Recht bemerkt, nichts von dem Strome, weder innerhalb noch außerhalb der Rhaphe zu sehen. Den Schluss aber, den er daraus zieht, dass ein Strom außerhalb nicht vorhanden ist, während er ihn doch innerhalb gelten lässt, bestreite ich, denn welche andere Kraft setzt die Körnchen rechts und links außerhalb der Rhaphe in Bewegung, wenn es nicht die Energie des hervortretenden Stromes thut? Die Unsichtbarkeit desselben aber ist, bei der minimalen Dünne desselben, durchaus begreiflich; eine sehr dünne und vielleicht hyaline Plasmaschicht, welche auf einer stark lichtbrechenden Oberfläche gleitet und auf die man in der Schalenlage rechtwinklig zur Fläche, in der Gürtelbandlage aber, bei tiefer Einstellung auf die Körpermitte, durch

die Zerstreuungsbilder der darüber liegenden Längskante hindurch, blickt, kann sich der optischen Wahrnehmung wohl entziehen. Färbungen führen nicht zum Ziele, weil durch sie auch das Innenplasma und die Chromotophoren gleichzeitig gefärbt werden.

Was nun die Fäden betrifft, so habe ich einen zweiten wesentlichen Irrtum Lauterborn's zu berichtigen. Lauterborn fragt S. 135:

„Und ist ein nicht materieller Faden überhaupt denkbar, der sich mit Sublimat in situ auf dem Objektträger fixieren lässt und dessen anhaftende Tuschekörnchen bei vorsichtigem Auswachsen nicht fortgeschwemmt werden? Wie kann ein nicht materieller Faden, ein bloßer „Körnchenstreifen in demselben Sinne wie ein Rauchstreif" durch die Bewegung der fortgleitenden Diatomee hin- und hergezerrt werden . . ."

Wer diese Fragen liest, ohne den Wortlaut meiner Arbeit zu kennen, der muss in der That glauben, dass ich ein Unding behauptet hätte. Ich sagte aber Ortsbewegung III, S. 62:

„Hier werden die Körnchen durch die anhängenden Gallertteilchen, bezw. durch minimale Plasmateilchen, sofern keine Gallerte gebildet wird, Fig. 24 und 26 rechte Seite, mit einander verklebt... Auf diese Weise muss aus den, durch den Körnchenstrom zugeführten Körnchen ein Faden abgeschoben werden... Ich halte es jetzt für sehr zweifelhaft, ob überhaupt ein materieller Faden, sei es aus Plasma, sei es aus Gallerte gebildet wird, an welchem die Körnchen ankleben" . . .

Deutlicher als dies hier geschehen kann man nicht aussprechen, dass die Körnchen bei der Aneinanderreihung zu einem Faden durch zurückbleibende Gallert- oder Plasmateilchen verklebt werden; ein solcher, aus aneinandergeklebten Körnchen bestehender Streifen aber, lässt sich selbstverständlich fixieren, hin- und herzerren u. s. w. Um den physikalischen Vorgang bei der Fadenbildung zu veranschaulichen, habe ich dann noch weiter ausgeführt, dass sogar dann, wenn die Körnchen nicht verklebt würden, notwendig ein aus Körnchen bestehender Streifen gleich einem Rauchstreifen abgeschoben werden müsste. Den Unterschied zwischen einem lediglich aus verklebten Tuschekörnchen bestehenden Faden und einem materiellen Gallertfaden, an dem die Körnchen ankleben, hat Lauterborn nicht erfasst. — Seine weitere Unterstellung, als habe ich von der Existenz eines „nicht materiellen Faden" gesprochen, muss ich nachdrücklich zurückweisen, das wäre ein Faden aus der vierten Dimension!

Bei meinen Untersuchungen über die Gallertbildungen, Ortsbewegung III, S. 60, habe ich umfangreiche Versuche über Quellung und Färbung dieser Bildungen angestellt. Es gelang mir nicht nur

stärkere Schleim- oder Gallertschichten zur Quellung zu veranlassen und zu färben, sondern auch die zartesten Gallertbegrenzungen und die feinsten Fadenverzweigungen an dem jeweilig hinteren Pole der Pinnularien zur Wahrnehmung zu bringen, wie sie mitunter vorkommen und dann wahrscheinlich durch das Nachschleppen in die Schleimschicht geratener größerer Fremdkörper ausgezogen werden. (Ortsbewegung III, Fig. 17 und 18). Niemals aber habe ich die geringste Spur von jenen, am Centralknoten entspringenden, Lauterborn'schen Fäden wahrnehmen können. Wären jene Fäden wirklich vorhanden, so müssten sie ebenso quellbar und färbbar sein wie die Gallerte, aus der sie stammen sollen und wie es die zarten Fadenbüschel an den Polen thatsächlich sind. So lange es daher nicht gelingt die Lauterborn'schen Fäden im gewöhnlichen Wasser ohne Emulsion durch Quellung nachzuweisen und zu färben, muß ich deren Realität bezweifeln und jene allein in Tuscheemulsion erscheinenden Fäden für Körnchenstreifen halten, deren Bildung sich durch das Abstreifen über der Centralknotenöffnung befriedigend erklären lässt.

Noch gegen andere Punkte der Lauterborn'schen Arbeit würde ich Einspruch erheben müssen, wenn der Raum dies zuließe. Ich möchte aber diese Entgegnung nicht schließen, ohne anzuerkennen, daß Lauterborn im Recht ist, wenn er S. 133 sagt, dass er die Rhaphe der Surirellen früher beschrieben und abgebildet hat, als ich. Ob richtiger, wie er hinzufügt, ist fraglich, da er wahrscheinlich eine andere Art beobachtet hat. Als ich die Rhaphe der Epithemien und von *Nitzschia sigmoidea* fand[1]), und auch die dem Kiele der Nitzschien vergleichbaren Flügel der Surirellen (*Surirella robusta* und *spiralis*) untersuchte, war mir entfallen, dass Lauterborn bereits 3 Jahre früher den Spalt bei einer ungenannten *Surirella* aufgefunden hatte. Ich bedaure daher ihn nicht ausdrücklich genannt zu haben, aber ich bedaure ebenfalls, daß Lauterborn, nach der Form seines Monitums, dabei eine Absicht vermutet. — Wenn er dagegen S. 134, auch die Bestätigung der Flögel'schen Riefenkammern für sich in Anspruch nimmt und mir vorwirft, ihn auch hier übergangen zu haben, so befindet er sich im Irrtum. Die von Flögel aufgefundene Struktur der Riefenkammern habe ich 1889, 4 Jahre früher als er, auf Grund eingehender Untersuchungen bestätigt[2]); wenn ich mich darauf „beschränkt habe, Flögel beizupflichten", so that ich dies, weil die Rhaphe der Pinnularien der Gegenstand dieser Arbeit war und ich daher keine Veranlassung hatte, auf die anderweitigen Strukturverhältnisse näher einzugehen; den subtilen Unterschied, den Lauter-

1) Ortsbewegung, III, S. 56; *Rhopalodia* S. 55 und Tab. II, Fig. 22.
2) Durchbrechungen S. 169.

born zwischen „beipflichten und „bestätigen" macht, kann ich nicht als berechtigt anerkennen.

Die vorstehend erörterten Fragen habe ich eingehender behandeln müssen, weil den Zoologen meine Arbeiten über die Ortsbewegung der Bacillariaceen kaum bekannt sein dürften. Das Lauterborn'sche Werk dagegen, dessen vorwiegender Inhalt, die Kernteilung der Diatomeen, sicherlich das größeste Interesse verdient, den Vorteil hat, unter der stolzen Flagge des Heidelberger Zoologischen Instituts zu segeln.

In meinen Arbeiten über die Ortsbewegung sind nach und nach eine größere Zahl von Einzelbeobachtungen und Schlußfolgerungen mitgeteilt worden. Neue Untersuchungen werden vielleicht manche derselben als irrig erweisen oder modifizieren. Jede begründete Berichtigung, die einen tieferen Einblick in das Wesen der Ortsbewegung gewährt, wird willkommen sein. Immer aber wird billigerweise vorausgesetzt werden müssen, dass, wer fremde Arbeiten mit vermeintlich überlegener Sachkenntnis aburteilen will, sie zuvor nach Sinn und Wortlaut aufmerksam prüfe und dass dabei der Anteil nicht verkümmert werde, den andere an der Lösung solcher Fragen zu beanspruchen haben. [43]

Untersuchungen an Biflagellaten[1]).

Ingleside Lee, London S. E., June 30, 1896.

Dear Prof. **Hartog.**

I am unfortunately not in a state of health sufficiently vigorous to give myself to an exhaustive criticism of the interesting monograph Die Polytomeen by Raoul Francé in Pringsheim's Jahrbücher, vol. 26, 1894, p. 295 et seq., which would, in other circumstances, have been no serious tax upon me.

The ground on which Bütschli first and Francé lately have attacked the researches of the late Dr. Drysdale and myself has always been the assumption that our biflagellate organism was identical with *Polytoma uvella* Ehr. and that if our observations on this organism were inconsistent with those of other observers on *Polytoma uvella*, the whole of our results were discredited in consequence.

As it is, I should like you to remember that whilst we gave ourselves jointly and persistently to the study of the phenomena of the life-histories of a given group of septic organisms, we saw very early in our work so much that was complex that we avoided all attempts not only at classification, but even at nomenclature: and to

1) Auf Wunsch des Herrn Prof. Hartog bringen wir den an ihn gerichteten Brief des Herrn Dallinger über seine in Gemeinschaft mit Herrn Drysdale ausgeführten Untersuchungen zum Abdruck. Die Red.

this hour I am in no way involved in this matter. I have never professed to adopt, or to criticise when adopted, any designations of the seven septic organisms on which the work was done. Nor can I of necessity recognize any assumed identity now. One thing for example peculiar to the „biflagellate" form with which Francé assumes he is dealing, was, and still is, the comparative difficulty with which it is obtained. In our monograph of its life-history (read in 1874) we make the following remarks viz „Prolonged work with infusions has led us to make observations concerning them which, although without explanation . . . . seem to us of sufficient importance for note. Our first maceration was a cod's head; it was freely exposed to the air, but excluded from the light. For two months nothing at all remarkable presented itself. Abundance of *Bacteria termo* and *B. lineola* and amoebae were found. But at the exspiration of the twelfth week the form to be described (the „biflagellate") appeared — survived for three months and two weeks to the almost complete exclusion eventually of other forms — and then was supplanted by other monads, some of which have been described by us in former papers.

„This maceration was made from ordinary water supplied by the company on the Cheshire side of the Mersey. The same year, in the same place another cod's head, and the head of a salmon were macerated in separate vessels. It was later in the year and the production of vital forms was slower; yet in the course of four months the same phenomena as those described above took place; the only difference being that the form that we are about to describe (the „biflagellate") did not persist so long".

„In the autumn of the same year another cod's head maceration was made in Liverpool from the ordinary water supplied to the town. This up to the spring of the following year showed no trace of the form in question . . . . while a maceration . . . . made in april 1873 under the same circumstances . . . . was found in april 1874 to swarm with the peculiar form in question".

It must be remembered that our work was not casual or transitory, but persistent, extending without break over years; and even when we had completed our study of a given form, in persueing the study of others akin to it, we were constantly seeing the former in its various stages again, and so through a long period were provided with opportunities for the revision of our previous work.

Moreover during our many years of joint work in the study of these organisms we followed a definite, and as we believed then, and still believe, an essential method, from which we never deviated.

1. We persued independent observations, mostly in the same room, and with precisely similar instruments, on the same organism from the same maceration; and for this purpose my colleague lived with

me for many months in each year, or else arranged a residence close by for himself and family. By this means we came independently upon such phenomena as presented themselves, and either was able to confirm the observation of the other.

2. Our (to us) most important determination was to observe the entire series of cyclic changes in each organism in the living form only; in no case under any circumstances to rely on post mortem evidence, or make deductions from dried „prepared" or stained specimens.

This resolution was formed after nearly twelve months of careful experiment and comparison. Many of the organisms were not more than the 1—4000th of an inch in length, and in every speck of the ripe maceration presented themselves in such great numbers, that, apart altogether from shrinkage and distortion, wholly changing the relation and aspect of delicate phenomena, the aggregation was so constant in drying as to make (to us) reliable results impossible. The consequence was that no part of our work was done, and no one of our conclusions was drawn from dead or „prepared" specimens.

3. Nothing was ever admitted by us jointly, as established, which had not been seen by both; first independently, and then together: and this applied not only to the cyclic changes themselves, but to their sequence in each of the organisms; and then drawings were made which were never approved until they were satisfactory to both.

4. To the matter of measurements we attached much importance, as our experience had taught us this might almost be considered of specific importance. Hence for each of the seven forms studied we made alternately in the course of our studies fifty measurements each (at different times).

5. We did not allow ourselves to be satisfied with discontinuous observations so far as the final results were concerned. The hinderences were of course many. At times certain morphological features presented themselves persistently for many days; these were possibly followed by others equally persistent; but our principle was never to infer a connection between even consecutive phenomena: but to actually observe the sequences of development from beginning to end. This was only possible with some such „continuous growing stage" as we devised and used; and it was this that made the work so prolonged, and made two observers indispensible.

6. From the dates of the earlier papers it will of course be well known that the observations were made with achromatic object-glasses. They were however of the very highest quality, and were designated the 1—12 th, 1—16 th, 1—25 th, 1—35 th and 1—50 th. Those who have cared to follow my work for the last twenty years, will know that I was amongst the earliest to point out, and endeavour to have

corrected the essential defects of these lenses. Their power was always too great for their numerical aperture. But this could only be got over in one way, viz the employment of a homogeneous medium which would make large numerical aperture possible; and the use of some new „optical metal" or glass which should have higher refractive and dispersive indices. At the suggestion of Mr. Ware Stephenson Prof. Abbe gave a practical form to a homogeneous system of lenses, enormously benefitting microscopy; and by the combined work knowledge and ingenuity of Prof. Abbe, Dr. Schott and others new optical media were made, which gave a new value to and formed an epoch in the manufacture and use of the modern microscopes. How deeply we entered into and appreciated these optical improvements as aids to investigation it is enough for me to appeal to the Proc. of the Royal Microscopical Society, or to my edition of the late W. B. Carpenter's „The „Revelations of the Microscope" to establish.

For „critical images" and final certainty on any delicate question of the nature of a microscopical image these apochromatic lenses of Abbe are indispensible.

Nevertheless, not only before, but after the introduction of these, the over-amplification of the series of achromatic lenses I have described above was equally indispensible. The minute organisms studied, always in an active state, could never have had the details of their life-cycles made ont with immersion lenses of any kind — water or oil. We required great enlargement; but with dry lenses; for in following the constantly moving organism, so as to keep it continuously in sight, we were obliged to keep the mechanical stage in constant action, not only in rectangular but in diagonal movement; of which the beautiful stage of Powell and Lealand has for nearly half a century allowed.

But by such necessary motion with the delicate „continuous growing stage" employed in our work, it becomes clear to the practical worker, that at length, in spite of any amount of care, the water employed for „immersion" between the front lens and the cover-glass would ultemately pass the edge and mingle with the fluid in which the living organism was being studied; and so destroy the observation. This would be still more inevitable if the immersion fluid were oil.

Clearly then dry object-glasses with great magnifying power, illuminated by a suitable condenser were essential to our method, and even to-day must be employed on such observations.

But this by no means prevented the use of the new apochromatic objectives; they became a valuable suppliment, and admirable mode of testing the work we had hitherto done: and after the homogeneous objectives were introduced, and again after the apochromatic object-glasses were in our hands, we went over every important point — not

of course consecutively as with the dry lenses — but in isolated detail and confirmed our preceeding work making new drawings.

We found the enlarged numerical aperture, and the correction of the spectra not corrected by the achromatic objective-glasses of inestimable value; but we found that the use of a suitable condenser with N. A from 1·0 to 1·5 absolutely indispensible for the best results.

It will thus be seen that the details of the work in question, and consequently the details of the life-cycle of this „biflagellate" form have been gone over several times since they were first done, and with lenses and entire optical systems wholly different from those employed at the beginning.

As I have practically followed the improvements in the optical apparatus of the microscope for thirty years, and have during all that time cooperated with some of the best manipulators in the world, I naturally attach importance to apparatus, and method. Moreover I find myself greatly doubting whether the „moist chamber" employed by Francé would in my hands have been satisfactory for doing the above work. But its use is probably made more efficient by the statement of Francé on p. 297 viz that „all the researches here presented were carried out . . . . . partly and indeed mostly on living material, partly however also on preserved and stained material". This of course leaves us in doubt as to how far essential points were inferred, not only as phenomena, but as sequences from post mortem and stained specimens; but even more, it leaves us in doubt as to how far the absence of certain phenomena, which in my experimental experience, would be most certainly absent from, or indiscoverable in „preserved and stained material" of the „biflagellate" monad, is to be attributed to the use of such material.

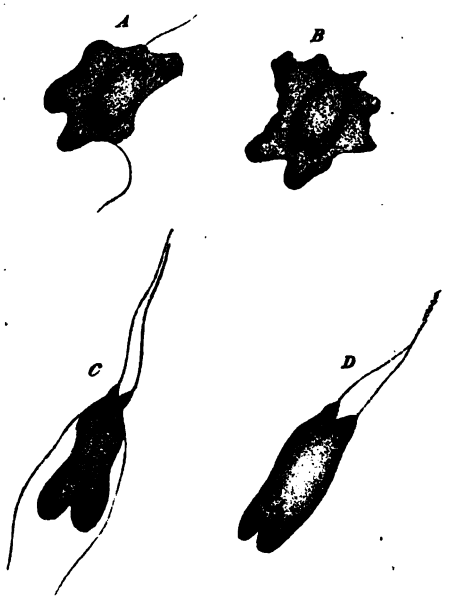
That there are many biological subjects and even very minute biological subjects that will tolerate the process of drying without much prejudice to the discovery of accurate results I do not for an instant doubt; but this does not apply to the septic organisms. Myself and colleague obtained the strongest evidence as I have already hinted, from experience and experiment, that errors, negative and positive, are inevitable to a study of these minute forms in any way dependent on drying and staining. But I venture to think that the errors resulting from its employment are rather multiplied than diminished when the work of observation on the life development of such forms is done „partly . . . . . on living material, partly . . . . . on preserved and stained material".

Observations up to a certain limit on the life-cycles of even the minutest of these and similar organisms are not really difficult, if we possess two or three good microscopes, with lenses of the best corrections worked with a suitable condenser, and a well constructed piece

of apparatus for keeping the organisms alive continuously under close observation; and the combination of these things is by no means rare. But the difficulty begins when we have to follow the organisms into the more obscure, and relatively less common phases of their life-cycles, always supposing that our observations are made upon the living and active organism. It becomes a task impossible, in my judgement, save to joint observation. Over and over again given observations fail from many causes, and there is no way open but to begin again.

You may have noted that we expressed this opinion many years ago; its importance was indeed stated in our very first paper[1]); where the need of continuous observation is enforced by an example.

Now in the accompanying rough sketch taken from my folio, A represents what we called a „cercomonad" in the earliest condition prior to the act of fusion. B represents the same organism when the act of fusion (of two) is almost complete.



Let it be supposed that we obtain material from a maceration containing this organism in great abundance, and in some approved way dry on a slide a lesser or larger group of these forms, and then stain them. The process of shrinkage and distortion, and the inevitable changes will make it difficult indeed to discover that they are not alike, that a whole series of changes has occurred in B, which have never existed in A, and that they are morphologically and physiologically entirely different. But by following A into fusion with another (never a matter that can be done without difficulty and enduring patience) and seeing the blending forms reach the condition of B, we become provided with unmistakable evidence.

Again in the 1878 paper in the Proceedings of the Royal Society „On the life-history of a minute septic organism", we are provided with another instance. In the sketch C represents a state of fission: but D gives a drawing of a condition of fusion in the same organism. The manner in which the intermediate stages took place would never have been (in our hands) discovered by means of dried and stained

1) Monthly Microsc. Journ., Vol. X, p. 55.

specimens and this affirmation is made, not empirically but after experiment and endeavour. There are details that must have been lost by the death, drying and staining of the specimens, while the delicate flow of sequences must have been lost.

I daresay you may have noted that in my later papers I have shown that the delicate use of a staining agent is possible upon the living form; it increases the death rate on the stage but it makes some observations on the living organism easier.

I venture then with deference to question whether the methods employed by Francé are a fair test of the work done so long ago on the „biflagellate" monad. May I not venture to ask you to consider what appears to me to be the impossibility of finding on a dried and stained specimen the spore-condition — that is to say the burst sac — shown in plates XXIV, XXVI, XLI, LXXXV and CIV, amongst others of our joint papers. Francé is quite right when he says that such observations are not (by his method) or are only with great difficulty within the reach of our optical expedients. Even under the very best conditions such apparatus must be of the very highest quality, and employed by those who by long experience know how to use them in such a way as to bring into operation their finest and most perfectly corrected endowments.

Of the accuracy of the joint observations of myself and colleague upon the organism we have simply for the sake of our own convenience called the „biflagellate" I have not the remotest doubt. They were not only made with great care and patience at the first, but they have been more than once repeated and confirmed. But whether it is identical with the *Polytoma* of Francé's paper I do not venture to decide. I do however, with all deference question the competence and suitability of his methods as modes of criticism of the joint work of Dr. Drysdale and myself. [37]

Very sincerely yours **W. H. Dallinger.**

Otto Ammon, Der Abänderungsspielraum.

Ein Beitrag zur Theorie der natürlichen Auslese. Sonderabdruck aus: Naturwissensch. Wochenschrift. Berlin. F. Dümmler. 1896.

Wer die Wirksamkeit des Selektionsprinzips auf die Umbildung der Organismen anerkennt, muss zugleich zugeben, dass Abänderungen, welche einen bestimmten Grad nicht überschreiten, für das Gedeihen eines Lebewesens indifferent bleiben und deswegen von der Selektion nicht beeinflusst werden. Es muss also einen „Abänderungsspielraum" geben, innerhalb dessen Grenzen die Variation frei bleibt. Werden nun die gemessenen Größen eines variablen Gegenstandes und die Frequenzzahl jeder dieser Größen in ein Koordinaten-System eingetragen, so dass die Abscissen den Größen, die Ordinaten der Frequenzzahl entspricht, dann ergibt sich daraus eine Kurve.

Die Erfahrung lehrt, dass statistisch gesammelte Werte messbarer Variationen sowohl materieller Art (wie z. B. der Körpergröße) als auch geistiger Fähigkeiten (wie Galton gezeigt hat, die Prüfungsnoten in den berühmten mathematischen Prüfungen der Universität Cambridge) auf Papier übertragen eine Kurve ergeben, welche der Gauss'schen Wahrscheinlichkeitsformel entspricht.

Diese Formel lautet bekanntlich:

$$y = Ye^{-h^2 x^2} \quad oder \quad y = \frac{Y}{e^{h^2 x^2}}$$

wobei x den Betrag der Abweichung vom Mittel bezeichnet; y die Häufigkeit des Vorkommens (Wahrscheinlichkeit) jeder Abweichung; Y die Häufigkeit des mittleren Wertes; h den sog. Präcissionskoefficienten, welcher bestimmt, ob die Häufigkeit mit der Abweichung vom Mittel rascher oder langsamer abnimmt; e die Basis der natürlichen Logarithmen. Y und h sind Konstanten, welche für die einzelnen Fälle verschiedene Werte bekommen.

Fig. 1.

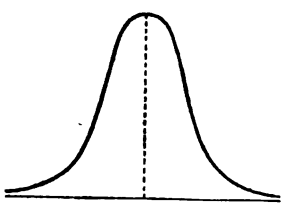


Fig. 2.

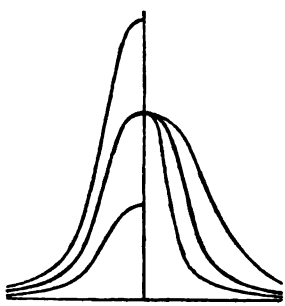


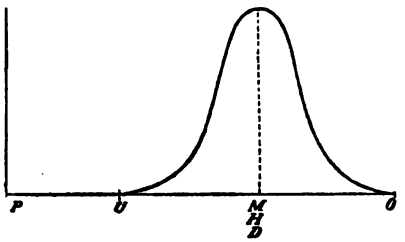
Fig. 1. Die Gauss'sche Wahrscheinlichkeits-Kurve.
Fig. 2. Wahrscheinlichkeitskurven, links für verschiedene Werte der Konstanten Y, rechts für verschiedene Werte des Koëfficienten h.

Die Kurve hat ihren Scheitel auf der Ordinatenaxe, steigt beiderseits ab und verläuft zur Abscissenaxe asymptotisch. Der Scheitel der Kurve erhöht sich mit dem Wachsen von Y; deren Scheitelkrümmung wird mit dem Steigen von h schärfer, d. h. die Ordinaten werden für eine gegebene Abscisse kleiner.

Die praktisch-konstruierten Kurven beobachteter Variationen weichen von der nach der Formel gezeichneten dadurch ab, dass sie nicht asymptotisch zur Abscissenaxe verlaufen, sondern dieselbe unter spitzem Winkel erreichen. Das zwischen beiden Enden der Kurve begriffene Stück der Abscissenaxe entspricht dem Abänderungsspielraum. — In der Praxis ist es auch vorteilhaft, den Mittelwert nicht auf die Ordinatenaxe zu verlegen, sondern rechts von derselben, so dass die auf die Abscissenaxe zu übertragenden Größen vom Nullpunkt aus nach

Fig. 3. Häufigkeitskurve für eine begrenzte Zahl beobachteter Einzelfälle.
U = untere Grenze; *O* = obere Grenze; *UO* = Abänderungsspielraum; *PU* = minimaler Wert des variablen Gegenstandes; *PM* = mittlerer; *PO* = maximaler Wert desselben. *M, H, D* bezeichnen den mittleren Wert, die größte Häufigkeit und die Ordinate, welche die Kurve halbiert; alle drei fallen an einer symmetrischen Kurve zusammen.

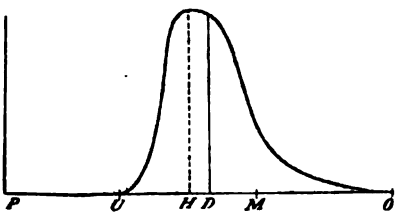
Fig. 3.



Rechts gemessen werden. Derart ist es nicht nötig, den Mittelwert voraus zu bestimmen. Es ist gleichgiltig, ob wirkliche Häufigkeitszahlen oder prozentuale benutzt werden. Letztere haben den Vorteil, dass die daraus gewonnenen Kurven unter einander bequemer verglichen werden können, weil das von ihnen umgrenzte Areal immer den gleichen Wert hat, d. h. = 100.

Fig. 4.

Fig. 4. Asymmetrische Häufigkeitskurve.
Buchstaben wie auf Fig. 3.
H, D M bezeichnen hier verschiedene Punkte.



Gewöhnlich gestaltet sich die Kurve symmetrisch, aber nicht immer: so bildet die von Verf. gezeichnete Einkommenkurve eine nach der Maximumseite weiter ausgezogene Spitze. So wird sich auch jede Kurve gestalten, wo z. B. die Fruchtbarkeit mit x sich ändert oder wo irgendwelche Selektionsvorgänge mehr auf das eine als auf das andere Extrem der Variation eingreifen. In einer symmetrischen Häufigkeitskurve trifft die Ordinate, welche dem Mittelwert entspricht, mit der der größten Häufigkeit zusammen und teilt zugleich die Fläche in gleiche Hälften. Bei asymmetrischer Kurve sind die Ordinate des Mittelwertes, die der größten Häufigkeit und die, welche das Areal der Kurve halbiert, drei verschiedene Linien.

Von dieser theoretischen Basis ausgehend, behandelt nun Verf. gleichfalls theoretisch den Einfluss der Vererbung und des Atavismus, sowohl bei ein- wie bei zweigeschlechtlicher Zeugung, auf die Häufigkeitskurven der Charaktere der Kinder. — Eine besondere Berücksichtigung verdienen die Folgen von Veränderung der Lebensbedingungen. Durch dieselben kann der Abänderungsspielraum erweitert werden, indem die Naturauslese die über dessen Grenzen hinausreichenden extremen Variationen nicht mehr ausmerzt, sondern bestehen lässt.

Fig. 5.

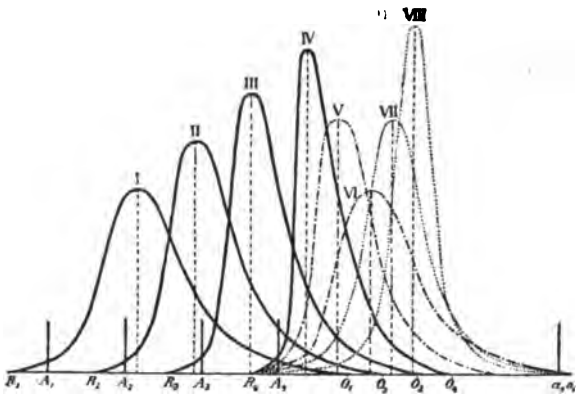


Fig. 5. Umgestaltungen der Häufigkeitskurve bei Vorrücken der unteren und oberen Grenze und endlichem Stillstand derselben.

Entgegengesetzt, mag die strenger gewordene Selektion in den Abänderungsspielraum eingreifen und denselben enger beschränken, oder auch nur einseitig eingreifen, während auf der entgegengesetzten Seite über die früheren Grenzen hinausreichende Variationen bestehen und sich vermehren dürfen. Ein derartiges einseitiges Eingreifen der Selektion muss zunächst das Unsymmetrisch-werden der Kurve auf den folgenden Generationen bedingen. Lässt zugleich die Selektion an der entgegengesetzten Grenze nach, so wird die Kurve ihre Lage auf der Abscissenaxe verändern. Ist aber am Ende wieder Stillstand der Spielraumgrenze eingetreten, so wird die Kurve wieder allmählich ihre symmetrische Form bekommen. Das Symmetrisch-werden der Häufigkeitskurve, verbunden mit Erhöhung ihres Scheitels, ist der Ausdruck der Ausarbeitung eines mittleren Typus, welcher, von beiden Extremen gleich entfernt, die vorteilhaftesten Existenzbedingungen besitzt.

Die Gestalt der nach der Gesamtheit der Einzelzahlen konstruierten Kurven gibt also Aufschluss über den stehenden oder vor- resp. rückschreitenden Zustand bestimmter Verhältnisse jeder Art. Für die theoretische Diskussion aller möglichen Fälle verweisen wir auf die Originalarbeit. Eine praktische Anwendung hat die Methode bis jetzt nur auf anthropologische und soziologische Verhältnisse gefunden. Gerade hier ist sie von besonderer Wichtigkeit, denn im Socialleben gestalten sich die Selektionsverhältnisse am kompliziertesten, indem außer den durch die Verhältnisse der Körperteile zu einander (Intralkampf ums Dasein) und des Individuums zur Außenwelt (Extralkampf ums Dasein), noch die socialen Beziehungen des Individuums zu seinem Stamm (Socialkampf ums Dasein) eingreifen. Der Abänderungsspielraum ist hier von sehr großer Bedeutung, denn er erlaubt die Variationen, von welchen ausgehend das Individuum sich an die mannigfachen Verhältnisse des geselligen Lebens anzupassen befähigt ist.

C. Emery (Bologna). [24]

C. Chun, Atlantis, Biologische Studien über pelagische Organismen.

Sechstes Kapitel: Leuchtorgane und Facettenaugen. Ein Beitrag zur Theorie des Sehens in großen Meerestiefen. In: Bibliotheca zoologica, Bd. VII, Heft 19, Lfg. 4, 1896, p. 193–260, Taf. XVI—XX, 8 Holzschn.

In der äußerst anregenden Schrift sucht Chun, gestützt auf ein reiches Material morphologischer Beobachtungen, den Nachweis zu erbringen, wie die Augen gewisser Crustaceen durch die allmähliche und schrittweise Anpassung an das Leben in schwach belichteten und endlich in lichtlosen Regionen sich umbildeten. Und nicht nur gelingt ihm die Feststellung der Thatsache in überraschendem Maße, dass der umformende Einfluss äußerer Existenzbedingungen an den Facettenaugen der Tiefseecrustaceen gewissermaßen abgelesen und abgemessen werden kann: die sorgfältigen Studien werden zu einer wertvollen Stütze für die Anpassungstheorie überhaupt und werfen gleichzeitig Streiflichter auf die Biologie der pelagischen und grundbewohnenden Tiefseetiere.

Die bis jetzt nur unvollständig bekannten Leuchtorgane an den Stielaugen der Euphausiden stellen konische Gebilde dar, die ihren Platz an der hinteren Außenfläche des Facettenauges finden.

Sie sind umfasst von einem mächtigen, parabolischen Reflektor, dessen Pol durchbohrt ist, um dem aus einem Haufen von Ganglienzellen entspringenden Leuchtnerven Durchtritt zu gestatten. Nach außen trägt der Reflektor einen Mantel vergänglichen, zinnoberroten Pigments. Distal gegen die Oberfläche hin, wird das Leuchtorgan durch ein System bandförmiger Lamellen mit eingestreuten Matrixzellen abgeschlossen. Als Füllung der Reflektorkuppel dienen deutlich begrenzte Zellen. Sie erzeugen wohl nach außen die Substanz des Reflektors selbst, nach innen dagegen eine eigentümliche zentral gelegene Bildung von komplizierter Struktur, den sogenannten Streifenkörper. Bei *Euphausia* wird der ganze Apparat durch quergestreifte, vom Stielmuskel abzweigende Fasern beweglich gemacht, bei anderen Formen bleibt er unbeweglich. Das ganze Organ wird von einem Blutsinus umflossen.

Außer den Leuchtapparaten der Stielaugen tragen die Euphausiden noch lichtspendende Organe an Thorax und Abdomen. Sie liegen paarig an der Basis des 2. und 7. Brustfußpaars und unpaarig, median, auf der Ventralfläche der vier ersten Abdominalsegmente. Von den Leuchtorganen der Stielaugen weichen sie wesentlich ab durch den Besitz eines dioptrischen Apparats in der Gestalt einer Linse, und durch ihre völlige Loslösung von der Matrix des Chitinskeletts. Aeußerlich betrachtet erscheinen die nach demselben Typus aufgebauten Lichtspender von Thorax und Abdomen als kleine halbkugelige Vortreibungen der Chitinwandung. Ihre Lage ist so gewählt, dass von ihnen unterhalb, seitlich und rückwärts gelegene Gegenstände beleuchtet werden können, während das von den Organen der Stielaugen erzeugte Licht auf die mit den Thorakalfüßen gepakte Beute fällt. Unter allen Umständen, und das ist wichtig für die folgenden Erörterungen, werden die Dorsalfacetten des Schizopodenauges von dem Licht, das ihr Träger ausstrahlt, nicht getroffen. Gerade diese nicht beleuchteten Augenteile aber, bilden sich bei den pelagischen Tiefseecrustaceen bedeutsam um.

In beiden Geschlechtern zeigen die abdominalen und thorakalen

Leuchtorgane denselben, an Linsenaugen sehr anklingenden Bau. Der oben beschriebene Reflektor, der Pigmentmantel und das Lamellensystem kehren in etwas modifizierter Gestalt wieder; ebenso die polyedrischen Füllzellen und der Streifenkörper. Neu dagegen stellt sich ein, wie angedeutet wurde, eine homogene, sehr stark lichtbrechende Kugel- oder Bikonvexlinse. Modifiziert ist auch die Art der Innervierung. Der Nerv löst sich von dem entsprechenden Bauchganglion ab, umgreift, sich in zwei Aeste teilend, das Leuchtorgan und tritt von beiden Seiten her in dasselbe ein. Ein Ast des Nervs versorgt weiter noch die Extremität. Die thorakalen und abdominalen Leuchtorgane können ebenfalls durch eigene Muskeln gedreht werden; die Bewegung wird durch einen den Apparat umspülenden Blutsinus erleichtert.

Von der Modalität der Lichterzeugung durch die beschriebenen Organe lässt sich Bestimmtes nicht melden; doch dürfte dieselbe durch Mittel erreicht werden, welche von den bei Copepoden und Ostracoden gebräuchlichen abweichen. Kürzlich hat Giesbrecht den Beweis erbracht, dass die Lichtentwicklung vom sogenannten Streifenkörper ausgeht. Die Organe der Stielaugen scheinen stetig zu leuchten, während diejenigen von Thorax und Abdomen intermittierend aufblitzen. Den biologischen Zweck der lichtspendenden Apparate sucht Chun hauptsächlich in zwei Richtungen. Einmal ermöglichen sie ihrem Träger eine Orientierung in der Umgebung und erleichtern das Zusammentreten der Individuen zu Schwärmen — sie fehlen der blinden *Bentheuphausia* —, sodann dient ihr Lichtschein der Anlockung von Beute. Dass Leuchtorgane in letzterem Sinne wirken können, machen Experimente des Fürsten A. von Monaco mit in das Meer versenkten Glühlampen sehr wahrscheinlich.

Im zweiten, größeren Abschnitt seiner Abhandlung wendet sich Chun zur Schilderung der Facettenaugen von in bedeutenden Tiefen schwebenden Schizopoden. Sie zeigen in auffallender Weise die von Form zu Form fortschreitende Tendenz, sich in zwei Bezirke, einen oberen und einen unteren, und endlich in zwei völlig getrennte Augen, ein „Frontauge“ und ein „Seitenauge“ zu teilen. Während *Euphausia pellucida* noch ein einheitliches Kugelauge besitzt, beginnt sich das Sehorgan bei *Thysanoëssa* und *Nematoscelis* bereits in zwei Abschnitte zu gliedern, von denen der obere durch die vom Träger erzeugten Lichtstrahlen nicht getroffen wird. Vollkommen durchgeführt ist die Trennung in Front- und Seitenauge bei *Stylocheiron*, und von dieser Gattung besitzt wieder *St. mastigophorum* die morphologisch und physiologisch abnormsten Stielaugen aller Arthropoden. Bei dieser Art erreichen die Augen in fertigem Zustand einen gewaltigen Umfang, etwa $^1/_6$—$^1/_8$ der gesamten Körperlänge. Auch die Mysideen der größeren Wassertiefen erleiden die für Tiefseeeuphausiden geschilderten Umbildungen der Stielaugen. Der Prozess wird von ihnen sogar noch in einer Richtung weitergeführt, indem das Seitenauge von Form zu Form an Umfang mehr und mehr zu Gunsten des Frontauges einbüßt. Den Schlussstein in dieser Reihe bildet *Arachnomysis*, wo das Seitenauge ganz verschwunden ist, während sich das Frontauge mächtig ausgedehnt hat.

Front- und Seitenauge sind durch eine Einschnürung und durch einen Pigmentmantel mehr oder weniger deutlich von einander getrennt. Die Corneafacetten laufen über die Einschnürung von einem Auge zum anderen

und weisen so auf den gemeinsamen Ursprung beider hin. Besonders ausgezeichnet wird das Frontauge durch seine stark vergrößerten Facettenglieder; sie übertreffen bei *St. mastigophorum* diejenigen des Seitenauges um das Drei- bis Vierfache. Die Randfacetten des Frontauges sind auffällig zurückgebildet, es fehlen ihnen die Krystallkegel, während die zugehörigen Rhabdome in voller Entwicklung persistieren. Alle echten Tiefseeeuphausiden besitzen weder am Front- noch am Seitenauge Retinapigment; bei den Mysideen tieferer Wasserschichten dagegen treten teilweise Retinapigmentzellen im Umkreis der Rhabdome auf.

Die Zweiteilung des Auges steht mit dem Auftreten der Leuchtorgane in keiner ursächlichen Beziehung; denn sie wird auch bei nicht leuchtenden Mysideen durchgeführt.

Durch den relativ einfachen Bau der einzelnen Facettenglieder schließen sich die Schizopoden tieferer Wasserschichten enger an die Dekapoden an, als bisher angenommen wurde. Zu jedem Facettenglied fügen sich zusammen zwei Bildungszellen der Cornea, unter denen die vier Semper'schen Zellen Claparède's liegen, sodann sieben Retinulazellen, welche die vierteiligen Rhabdome mit den Axenfäden ausscheiden. Während indessen bei den Dekapoden alle vier Semper'schen Zellen als Krystallzellen aufzufassen sind, werden bei den Schizopoden zwei von ihnen zu Füllzellen. Die beiden anderen bleiben Krystallzellen, d. h. Erzeuger der zweigeteilten Krystallkegel. Zu der für jedes Facettenglied feststehenden Summe von dreizehn Zellen kommen als interfacettäre Elemente noch je zwei Irispigmentzellen. So wird eine Grundzahl von fünfzehn Zellgebilden erreicht, welche für alle stieläugigen Krebse konstant sein dürfte.

Chun wendet sich, gestützt auf seine Untersuchungen, gegen die durch Patten vorgetragene Ansicht über die Innervierung der Facettenaugen und schließt sich wesentlich den älteren Ausführungen von Grenacher an. Bei allen näher geprüften Formen wachsen die Augen während des ganzen Lebens durch Anfügung neuer Facettenglieder weiter; am Rand von Front- und von Seitenauge bilden sich durch ektodermale Wucherung Knospungszonen. Die beim Wachstum beobachteten Vorgänge lassen sich mit den Angaben Claus über ähnliche Prozesse bei *Branchipus* vergleichen. Prinzipiell entspricht der Vergrößerungsprozess der Augen der Embryonalentwicklung des Sehorgans.

Nach einer Besprechung der Topographie des Augenstiels, welche in Bezug auf die nervösen Centren die von Grenacher festgestellten Thatsachen bestätigt, legt sich Chun die wichtige Frage nach dem Sehvorgang im Auge der Tiefseeschizopoden vor.

Die untersuchten Augen der Euphausiden und Mysideen erfüllen in vollendetem Maße alle von Exner in seiner klassischen Arbeit geforderten Bedingungen zur Darstellung eines „Superpositionsbildes", das den Vorzug großer Lichtstärke besitzt. So dürfen speziell die Frontaugen von *Nematoscelis mantis* und diejenigen der Gattung *Stylocheiron* als der vollendetste Typus von der Dunkelheit angepassten Gesichtsorganen bezeichnet werden. Front- und Seitenauge sind übrigens in Bezug auf Funktion verschieden gestellt. Das Frontauge kann die Gegenstände nicht sehen, die vom Schein der Leuchtorgane seines Trägers getroffen werden. Es ist „tagblind", unfähig in beleuchteten Räumen zu funktionieren. In der Dunkelheit erkennt es schattenhafte, verschwommene Umrisse und be-

sitzt, wie sofort näher ausgeführt werden soll, in hohem Maße die Fähigkeit, sich bewegende Objekte zu unterscheiden. Das Seitenauge dagegen stellt nach Bau und Lage einen optischen Apparat dar, der auf die Erzielung nicht verzerrter Detailbilder gerichtet ist. *Arachnomysis*, der das Seitenauge fehlt, kann somit feiner ausgeführte Bilder nicht wahrnehmen. Auch in ihrer Pigmentierung dokumentieren sich die Facettenaugen der Tiefseeschizopoden als der Dunkelheit angemessene Sinnesorgane. Das Retinapigment der Oberflächenbewohner fällt für die Dunkeltiere als belanglos weg, und das Irispigment zeigt unveränderliche Dunkelstellung. Die Fähigkeit Pigmentumlagerungen und -wanderungen durchzuführen, geht den untersuchten Crustaceen tieferer Wasserschichten völlig ab. Nach den Entdeckungen Exner's durfte für Tiefseeorganismen etwas anderes kaum erwartet werden.

Eine gewisse Kompensation für den Verlust des Pigments bildet bei den in größerer Tiefe lebenden Schizopoden die für Wassertiere fast befremdlich starke Wölbung und der mehrschichtige Bau der Cornea.

Nach Chun zielen diese Eigentümlichkeiten darauf ab, die seitlich einfallenden Strahlen zu sammeln und nutzbar zu machen. So wird die Bildung von Zerstreuungskreisen um die einzelnen Bildpunkte erleichtert und endlich die Fähigkeit erhöht, sich bewegende Gegenstände zu unterscheiden.

Die Morphologie des Schizopodenauges entspricht den Verhältnissen der Vertikalverteilung der betreffenden Crustaceen; sie spiegelt getreulich die biologische Eigenart jeder einzelnen der untersuchten pelagischen Krebsformen wieder. Nach dem Bau des Auges lässt sich Wohnort und Lebensweise des Trägers bestimmen.

Allmähliche Anpassungen an immer tiefere Meeresschichten verwandelten das für die Oberfläche bestimmte Kugelauge der Flachwassermysideen und gewisser Euphausidengattungen schrittweise in ein zweigeteiltes Dunkelauge. Durch diese Betrachtungen wird uns gleichzeitig Material zu phylogenetischen Schlüssen über die Tiefseeschizopoden in die Hand gelegt.

Ein analoger Prozess der Augenumbildung vollzog sich im Stamme der Sergestiden. Seine Vertreter sind hochpelagisch; einzelne bevorzugen die größeren Tiefen. Im allgemeinen nehmen ihre Augen Eiform an; gleichzeitig streckt sich der Augenstiel. Wenn auch eine deutliche Trennung in Front- und Seitenauge bei den Sergestiden unterbleibt, so erfährt doch auch hier die nach vorn gerichtete Partie des Sehorgans eine auffallende Verlängerung ihrer Facettenglieder. Im speziellen Bau der Facettenglieder lassen sich einige Abweichungen von den Schizopodenaugen nicht verkennen. Besonders sind Krystallkegel und Krystallzellen nicht scharf von einander zu trennen. Die Siebenzahl der Retinulazellen für jedes Facettenglied scheint beibehalten zu sein. Bedeutungsvoll ist die Thatsache, dass das Irispigment fehlt, das Retinapigment dagegen konstant vorkommt.

So kann denn im nächsten Kapitel das „iridopigmentäre Auge" der Tiefseeschizopoden dem „retinopigmentären Auge" der Sergestiden gegenübergestellt werden. Pigmentarmut ist für die Sehorgane der Tiefseevertreter beider Crustaceengruppen bezeichnend; die Pigmentverteilung aber verhält sich in beiden Fällen gerade entgegengesetzt.

Ein Blick auf andere Crustaceengruppen ergiebt, dass das retinopigmentäre Auge bei gewissen Amphipoden *(Phronima)* wiederkehrt. Gleichzeitig zeigt das Auge von *Phronima* die von den Schizopoden her

bekannte Teilung in Front- und Seitenauge. Von *Phronima* führt wieder eine lange Uebergangsreihe zum ungeteilten Auge mit verlängerten Dorsalfacetten, und endlich zum Kugelauge mit vollkommenem Ausgleich der Längeverschiedenheiten der Facettenglieder (manche Hyperiiden). Und wieder lässt die Augenstruktur auf die von den betreffenden Krebsformen bewohnte Wassertiefe zurückschließen.

Eine besonders interessante Parallele zu den besprochenen marinen Crustaceen bilden in Bezug auf Augenstruktur die Cladoceren des süßen Wassers. Die an der Oberfläche lebenden, auf Pflanzenkost angewiesenen Daphniden besitzen ein ungeteiltes Kugelauge. Bei den tiefer vorkommenden Polyphemiden, mit räuberischer Lebensweise, verlängern sich die dorsalen Facettenglieder, das Auge wird größer, retinopigmentäre Zustände treten allmählich ein. Durch die Zwischenstufen von *Leptodora* und *Polyphemus* wird so das unpaare Stirnauge des nur Nachts an die Oberfläche steigenden *Bythotrephes* vorbereitet. Von diesem unpaaren Gesichtsorgan lehren Längsschnitte, dass es thatsächlich in zwei getrennte Augen, eine Frontauge und ein Ventralauge, zerfällt. Die Krystallkegel des Frontauges zeichnen sich durch bedeutende Länge aus; seine Rhabdome übertreffen nahezu dreifach diejenigen des ventralen Auges. Ueber *Bythotrephes* hinaus geht *Podon*, wo das Ventralauge nur noch wenige Facetten zählt. *Evadne* endlich bildet das vollkommenste Seitenstück zu *Arachnomysis*, indem einzig das Frontauge erhalten bleibt.

So zeigen vier verschiedene Crustaceengruppen, Cladoceren, Hyperiiden, Sergestiden und Schizopoden in sinnfälliger Weise ähnliche, konvergente Augenumbildung mit der Steigerung der Tiefenlage ihres Wohnorts. Ihre Oberflächenvertreter besitzen das einfache Kugelauge. In die Tiefen hinabsteigend stellen sich mehr und mehr die Charaktere der Dunkelaugen ein. Die dorsalen Facettenglieder verlängern sich; eine allmähliche Spaltung in Front- und Seitenauge findet statt; das Frontauge überflügelt das früher umfangreichere Seitenauge und besteht zuletzt allein weiter. Bald tritt auch Pigmentarmut ein, irido- oder retinopigmentäre Gesichtsapparate entstehen. So führt die Anpassung an immer größere und dunklere Tiefen positiv zur Entstehung feinster und monströsester Sehorgane.

Negative Umbildungen der Augen finden sich bei den pelagisch in größerer Tiefe lebenden Crustaceen seltener. Es mag dies seine Erklärung wohl in dem Umstande finden, dass die betreffenden Krebse gelegentlich auch in besser durchleuchtete Wasserschichten, oder sogar an die Oberfläche gelangen können.

Die positiven Augenumformungen steigern sich mit zunehmender Tiefe, so dass die Ausbildung des optischen Apparats treu die biologische Eigenart pelagischer Organismen wiederspiegelt und brauchbare Schlüsse über die Tiefenlage ihres gewöhnlichen Wohnorts gestattet. Damit stimmt auch die Thatsache, dass die Umbildung des Auges am weitesten getrieben ist bei den Schizopoden, welche die größten Tiefen aufsuchen, am wenigsten weit bei den Cladoceren, welche an das süße Wasser und seine relativ geringen Tiefen gebunden sind.

Endlich darf nicht unbemerkt bleiben, dass die Augen der pelagischen Oberflächenbewohner primitivere Charaktere aufweisen, als die der Tiefe angepassten Sehapparate. So erscheint die Augenumbildung als ein Glied in der Kette morphologischer Umformungen, die im Laufe der Stammes-

geschichte eintraten. Gleichzeitig ist der Schluss erlaubt, dass die Besiedlung der tieferen Wasserschichten von der Oberfläche ausging.

Auch die physiologische Seite der Frage verdient die vollste Beachtung. Die pigmentarmen Augen mit verlängerten Facettengliedern bedeuten einen idealen Dunkel- oder Tiefseeapparat. Durch Verlängerung der Facettenglieder wird die Möglichkeit gegeben, ein lichtstarkes Superpositionsbild zu entwerfen. Pigmentwanderung zur Abblendung greller Strahlen ist in der Tiefsee nicht nötig. So kann das Retinapigment fehlen und das Irispigment in konstanter Dunkelstellung bleiben. Solche Augen zeichnen die Tiefseeschizopoden aus.

Weniger leistungsfähig sind die retinopigmentären Augen der Sergestiden, Hyperiiden und Polyphemiden, d. h. von Gruppen, welche im Ganzen der Oberfläche näher leben, als die Schizopoden. Sie arbeiten nicht durch Erzeugung eines Superpositionsbildes, sondern durch totale Reflexion. Das Bild fällt lichtschwächer aus.

Die Verlängerung der Facettenglieder verfolgt immer den Zweck, weite Zerstreuungskreise zu schaffen und dadurch die Erkennung beweglicher Objekte zu erleichtern. Diesem Zweck dienen die Frontaugen, während die Seitenaugen mehr für die Spezialisierung der Bilder sorgen. Alle Träger von Frontaugen leben denn auch räuberisch; sie sind befähigt mit ihrem Gesichtsapparat die bewegliche Beute in Räumen zu erspähen, die dem gewöhnlichen Auge verschlossen bleiben. Für ihre räuberische Lebensweise spricht die ganze Ausrüstung mit Raubfüßen, mit gewaltigen Antennen, die Sinneshaare in üppiger Entwicklung tragen, mit Leuchtorganen zum Anlocken der Beute; dafür zeugt auch ihr Magenbau und ihr Mageninhalt.

Endlich stellt Chun den Augen pelagischer Tiefenbewohner, diejenigen der eigentlichen Grundbewohner entgegen. In Betracht fallen facettierte Stielaugen von Dekapoden und Schizopoden. Sie sind der großen Mehrzahl nach iridopigmentär und schließen sich dadurch an die Gesichtsorgane gewisser pelagischer Tiefenbewohner an. Dagegen ergiebt sich ein scharfer Kontrast darin, dass kein Grundbewohner verlängerte Dorsalfacetten, oder gar eine Trennung von Front- und Seitenauge besitzt. Die Kugelform des Auges wird im allgemeinen gewahrt. Im Ganzen weichen die Augen der Grundbewohner von denjenigen der Oberflächenformen nur unbedeutend ab, wenn wir wenigstens von den verschiedenen Stadien der Verkümmerung der Gesichtsorgane absehen. Ein durchgreifender Unterschied liegt einzig in dem Mangel, oder in der Gegenwart des Retinapigments.

Diese Aehnlichkeit in der Augenausbildung der Bodenbewohner der großen Tiefen und der Bodenformen des flachen Wassers dürfte sich wieder durch ähnliche Lebens-, und speziell Ernährungsweise der beider Gruppen erklären. Tiefseevertreter und Oberflächenformen nähren sich wahrscheinlich von Aas, oder überfallen doch große, leicht wahrnehmbare Beute. Die Krebse des Tiefseegrundes brauchen somit keinen Apparat, um Bewegungen wahrzunehmen, wie er sich bei den pelagischen Raubkrebsen der Tiefsee in der Gestalt des abnormen Frontauges ausgebildet hat.

So hat auch in diesem Falle wieder die Biologie dem Sinnesorgan den morphologischen Stempel aufgedrückt. **F. Zschokke** (Basel). [20]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. Mai 1897.** **Nr. 9.**

Inhalt: **Przesmycki**, Ueber die intra-vitale Färbung des Kerns und des Protoplasmas. — **Eismond**, Zur Kenntnis des „Zwischenkörpers". — **v. Erlanger**, Beobachtungen über die Befruchtung und ersten zwei Teilungen an den lebenden Eiern kleiner Nematoden. — **Brandes**, Zur Begattung der Dekapoden. — **Möller**, Protobasidiomyceten.

Ueber die intra-vitale Färbung des Kerns und des Protoplasmas.

Von **Adam Marian Przesmycki.**

Aus dem zoologischen Institut München.

Vorläufige Mitteilung.

Die Wichtigkeit der intra-vitalen Färbung für die biologischen Untersuchungen wird seit einigen Jahren durch von Zeit zu Zeit erscheinende Angaben immer mehr bewiesen.

Abgesehen von den Untersuchungen Ehrenberg's, sind auch schon aus früheren Jahren die von Gerlach, Haeckel, Chrzonschtzewsky und Heidenhain wohl bekannt[1]).

Von den später veröffentlichten Untersuchungen bis zu der letzten Zeit gruppiert sich der Hauptteil derselben um den Farbstoff Methylenblau, welcher zum Erreichen zweier Zwecke angewendet wird:

1) Dr. Christian Gottf. Ehrenberg, Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.

J. Gerlach, Ueber die Einwirkung von Farbstoff auf lebende Gewebe. Wiss. Mitt. der phys.-med. Soc. zu Erlangen, 1858.

E. Haeckel, Phénomène de localisation dans les tissus animaux. Journ. de l'Anat. et de la Phys., 1875.

Chrzonschtzewsky, Zur Anatomie und Physiologie der Nieren. Arch. f. mikr. Anat., Bd. X, 1875.

Heidenhain, Versuche über den Vorgang der Harnabsonderung. Arch. f. ges. Physiologie des Menschen und der Tiere, Bd. IX, 1874.

1. Zur Untersuchung der Zellgranulationen[1]).
2. Zur anatomisch-physiologischen Untersuchung der Nerven[2]).

Von den übrigen mit anderen Farbstoffen angestellten Untersuchungen sind vor Allem die zahlreichsten und wichtigsten von A. Kowalewsky und auch die Arbeit von W. Pfeffer, dann von Brandt, Certes, Galeotti zu berücksichtigen[3]).

Ich sehe jetzt, vorläufig, von einer näheren Erörterung der oben erwähnten Untersuchungen ab und beschränke mich nur auf die kürzeste Zusammenfassung der aus diesen hervorgehenden wichtigsten Thatsachen und Angaben.

Was die Färbungserscheinungen anbetrifft, welche im Protoplasma vorkommen, so möchte ich an folgende Thatsachen erinnern:

---

1) Ehrlich, Zur Geschichte der Granula, Farbenanalytische Untersuchungen etc., 1891.

S. Mitrophanow, Ueber Zellgranulationen. Biol. Centralblatt, Bd. IX, 1889, Nr. 17, S. 541.

Derselbe, Étude sur l'organisation des Bactéries. Intern. Monatsschrift f. Anat. u. Phys., Bd. X, Heft 11.

M. Przesmycki, Ueber die Zellkörnchen bei den Protozoen. Biolog. Centralblatt, Bd. XIV, Nr. 17, 1894.

2) Ehrlich, Zur Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz. Deutsche med. Wochenschrift, 1886, Nr. 4.

Derselbe, Ueber die Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz. Biol. Centralblatt, Bd. VI, S. 214.

C. Arnstein, Die Methylenblaufärbung als histologische Methode. Anat. Anz., Bd. II, 1887, S. 125 u. 551.

Mayer, Die Methode der Methylenblaufärbung. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. VI, S. 422.

A. Bethe, Studien über das Centralnervensystem von *Carcinus Maenas* nebst Angaben über ein neues Verfahren der Methylenblaufixation. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 44, S. 579, 1894.

3) A. Kowalewsky, Ein Beitrag zur Kenntnis der Exkretionsorgane. Biol. Centralbl., Bd. IX, Nr. 2 S. 33, Nr. 3 S. 65, Nr. 4 S. 127.

Derselbe, Sur les glandes lymphatiques des Néréides. C. r. 3-me Congres de Zoologie.

Derselbe, Une nouvelle glande lymphatique chez le Scorpion d'Europe. C. r. des séances de l'Acad. des sciences, T. 121, a. 1895, p. 101.

Derselbe, Études biologique sur les clepsines. Mém. de l'Acad. Impér. de sciences de St. Pétersbourg, 1897.

W. Pfeffer, Ueber Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. (Ein Beitrag zur Mechanik des Stoffaustausches.)

K. Brandt, Färbung lebender einzelliger Organismen. Biol. Centralbl., Bd. I, Nr. 7.

Derselbe, Die koloniebildenden Radiolarien etc. Fauna u. Flora des Golfes von Neapel, 1885.

Certes, Sur un procédé de coloration des infusoires et des éléments anatomiques, pendant la vie. Zool. Anz., Bd. IV, 1881, Nr. 81 u. 84.

G. Galeotti, Ricerche sulla colorabilità delle cellule viventi. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. XI, p. 172.

1. mit Hilfe der intra-vitalen Färbung kann man verschiedene distinkte Protoplasmateile für die nähere Untersuchung sichtbar machen;
2. durch die intra-vitale Färbung können anatomisch und besonders physiologisch verschiedene Zellen eines und desselben Gewebes oder Organs nachgewiesen werden;
3. Zellen, Gewebe, Organe, welche morphologisch und physiologisch verschieden sind, zeigen verschiedene spezifische Beschaffenheit und somit — verschiedene Grade der chemischen Verwandtschaft zu den verschiedenen Farbstoffen.

Was die intra-vitale Kernfärbung anlangt, so könnte man aus den in einigen der citierten Arbeiten befindlichen Angaben nicht die Schlussfolgerung ziehen, dass die Färbung des Kerns in den beschriebenen Fällen eine thatsächlich intra-vitale Färbung gewesen sei; im Gegenteil, diesen Angaben nach könnte man eher annehmen — sie sei eine post- oder intra-mortale Erscheinung gewesen. Den ausschlaggebenden Thatsachen: der Kern färbe sich intrn-vitam, oder der Kern färbe sich, während die Zelle noch lange Zeit am Leben bleibt, begegnet man in den citierten Arbeiten nicht.

Die von mir unternommenen Untersuchungen bringen in der Richtung der intra-vitalen Färbung einen neuen Beitrag insofern, als sie einige neue, den bis jetzt existierenden Angaben nach, nicht bekannte Resultate zur Folge haben und dadurch auf eine vielseitigere Bedeutung der Methode der intra-vitalen Färbung hinweisen.

Wegen der verschiedenen Wichtigkeit der Fragen, welche meine Untersuchungen berühren, nämlich: die Frage der Kernfärbung intra vitam, und die anderer Färbungserscheinungen im lebenden Organismus, finde ich es zweckmäßig, die Darstellung dieser Untersuchungen in zwei Teilen zu führen.

Bevor ich aber dazu komme, möchte ich ein paar Worte über die von mir angewendete Methode und das Untersuchungsmaterial vorausschicken.

Die für die Untersuchungen angewendeten Farbstoffe waren:

1. Neutralrot — der von Ehrlich[1]) zuerst in die biologische Technologie eingeführte Farbstoff;
2. Nilblau-Sulfat (Sulfat des Diäthylphenyl-p-ämmonium-α-amidonaphtoxazins), entdeckt von Reissig, 1888;
3. Nilblau-Chlorhydrat (Chlorhydrat des Diäthylphenyl-p-ammoniumbenzyl-α-amidonaphtoxazins), entdeckt von Julius, 1891;
4. der allgemein bekannte Farbstoff — Methylenblau;
5. dieselben vier Farbstoffe, aber nur von mir durch Einführung verschiedener organisch-chemischer Stoffe, welche auch als

1) Im Bericht vom „Verein für innere Medizin" zu Berlin, 18. Dez. 1893. Münchener mediz. Wochenschrift, 1894, S. 15.

Bestandteile des Kerns und des Protoplasmas bekannt sind, modifiziert.

Näheres über die Arten dieser Modifizierungen und über chemische Eigenschaften aller in Anwendung gebrachten Farbstoffe, sowie über die Art der Anwendung dieser und einiger Fixierungsmittel für die intra vitam gefärbten Teile, wird in der ausführlichen Abhandlung berichtet.

Hier sei als Methodisches folgendes erwähnt.

Eine entsprechend verdünnte Lösung von diesen Farbstoffen wurde in bestimmten Quantitäten in ebenso bestimmte Portionen des die Untersuchungstiere enthaltenden Wassers eingetröpfelt — solange, bis die gewünschte Färbung zu Tage getreten war.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir einige Vertreter der *Protozoa* und der *Metazoa*:

A. *Protozoa.*

I. *Ciliata.*

Ordo *Trichostomata.*

- Subordo: *Aspirotricha*
  - fam. *Chilifera* {*Colpidium.*
  - fam. *Paramaecina* {*Paramaecium aurelia*
- Subordo: *Spirotricha*, Sectio; *Heterotricha.*
  - fam. *Opalinina* {*Opalina ranarum.*
  - fam. *Stentorina* {*Stentor coeruleus.* / *Stentor viridis.*
  - fam. *Flagiotomina* {*Nictotherus coreliformis.*
  - fam. *Bursarina* {*Balantidium*[1]).

II. *Rhizopoda.*

Ordo: *Heliozoa*, *Actinosphaerium* Eich.

B. *Metazoa.*

I. *Vermes.*

Klasse: *Rotatoria*, Gruppe *Philodinida* {*Callidina symbiotica*[2]).

Klasse: *Nemathelminthae*, Ordn. *Nematodae* {Junge *Rhabditis*-Formen. / *Trichina spiralis.*

Klasse: *Annelidae.*
- Unterordn. *Chaetopodae* {*Chaetogaster diaphanus.* / „ *diastrophus.*
- Unterordn. *Hirudineae* {*Nephelis.* / *Clepsine.*

II. *Arthropoda. Crustacea.*

Unterkl. *Entomostraca.*
- Ordn. *Copepoda.*
  - Unterordn. *Eucopepoda* {*Cyclops.*
- Ordn. *Branchiopoda.*
  - Unterordn. *Cladocera* {*Daphnia*[3]).

1) Nach Bütschli's System. Dr. H. G. Bronn's Klassen u. Ordnungen des Tier-Reichs, I. Band. O. Bütschli, *Protozoa.*

2) L. H. Plate, Die Rädertiere (*Rotatoria*). Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers. Zacharias, Bd. I, 1891.

3) R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie, 1895.

Eigene Beobachtungen.

a) Ueber die Kernfärbung intra vitam.

Diese Färbungserscheinung wurde erzielt bei einigen Vertretern der *Ciliata* und bei einem der *Metazoa*, nämlich: bei *Collidina symbiotica*, durch Anwendung:

1. des Neutralrots[1]) und 2. desselben stark modifizierten Farbstoffs.

Stentor.

In einem Falle konnte man schon am 3. Tage, nach der Behandlung mit Neutralrot, ziemlich stark rosa-gefärbte Kerne bei *Stentor viridis* und schwächer gefärbte bei *Stentor coeruleus* deutlich beobachten. Dabei zeigten die gefärbten Kerne in verschiedenen Individuen verschiedene Intensität der Färbung.

Die Individuen besaßen, trotz der Färbung in den Kernen, eine vollkommen freie Bewegung und verrieten weder eine Schädigung im Protoplasma noch im Kern selbst. Der weiteren Experimente halber wurden die Tierchen mit gefärbten Kernen in derselben Kultur ohne neuen Zusatz des Farbstoffs belassen. Am folgenden Tage, ungefähr nach 25 Stunden, waren fast alle Stentoren, mit wenigen Ausnahmen, tot und stellten sich als rundliche Klumpen von farblosem und undurchsichtigem Protoplasma dar. Von den am Leben erhaltenen Individuen des *Stentor viridis* sahen einige, äußerlich, noch ziemlich normal aus, die übrigen aber schon defiguriert und zwar in der Weise, dass das Protoplasma, bei sonst gut erhaltener Gestalt des Körpers, innerlich, in der Mitte desselben, sozusagen, zusammengeschoben erschien; der Kern aber blieb auf seiner früheren Stelle. Die zuletzt geschilderten Tierchen bewegten sich zwar ziemlich rasch, jedoch weniger selbständig, indem sie zugleich eine rotierende Bewegung um die Längsaxe ihres Körpers ausführten — eine Erscheinung, die den Stentoren, welche sich im normalen Zustande befinden, fremd ist.

Diesen Zustand und nachträgliche Veränderungen bis zum Eintritt des Todes konnte man noch genauer an einigen Individuen verfolgen, welche am vorhergehenden Tage in ein Uhrgläschen abgesondert und zunächst im gleichen, Farbstoff enthaltenden Wasser, nachher aber in

1) Bis jetzt sind mir nur 2 Angaben über die Kernfärbung mit Neutralrot bekannt. Durch Dr. J. Ejsmond aus Warschau wurde mir freundlichst mitgeteilt, dass von Herrn Sosnowski in dem zootomischen Institut zu Warschau ein Fall der Kernfärbung bei *Stylonychia mytilus* beobachtet war, während das Tier sich noch normal bewegte.

G. Galeotti giebt in seiner Arbeit (v. S. 322) kurze Erwähnung, dass er eine leichte Tingierung der Kerne in den Zellen des Flimmerepithels von Frosch beobachtet habe, während die Cilien sich noch bewegten. Diesen Fall der Kernfärbung, ebenso wie die mit den anderen Farbstoffen erzielten Fälle erklärt der Verfasser für eine post-mortale Erscheinung.

einem frischen weiter kultiviert waren. Die erwähnten nachträglichen Veränderungen bestanden darin, dass der Körper der Stentoren sich immer mehr einer Kugelgestalt näherte, wobei die Bewegung derselben sich nur auf eine Rotation um eine und dieselbe Stelle beschränkte. Die Defiguration im Protoplasma wurde immer bemerkbar. Kurz vor dem Tode des Individuums fing der Kern sich zu entfärben an und nach dem Tode kam eine völlige Entfärbung zum Vorschein.

Die späteren Versuche wurden wegen des Mangels an *Stentor viridis* nur an *Stentor coeruleus* wiederholt und führten im Wesentlichen, was die Art und den Verlauf des Färbungsprozesses anbetrifft, immer zu denselben Resultaten. Die Unterschiede ließen sich nur in der Geschwindigkeit des Verlaufs des Färbungsprozesses und der Lebensdauer der Individuen mit gefärbten Kernen konstatieren. Bei *Stentor viridis* trat die Färbung im Kern rascher ein, der Tod des Individuums aber bedeutend später als bei *Stentor coeruleus*. Während man die Zeitdauer des Lebens eines Individuums mit gefärbtem Kern und bei einem Zustand desselben, der normal zu sein schien, bei der ersteren Art auf einige Stunden berechnen konnte, beschränkte sie sich bei der letzteren nicht einmal auf eine Stunde.

In beiden Fällen trat der Farbstoff im Kern der verschiedenen Individuen, ebenso wie die nachträgliche Veränderung des normalen Zustands der Zelle nicht zu gleicher Zeit und nicht in gleichem Grade zu Tage, was mit der individuellen Wiederstandsfähigkeit im Zusammenhang stehen mag. Die Geschwindigkeit, mit welcher der Farbstoff in den Kern im Allgemeinen eindringt, hängt aber, scheinbar, in erster Linie von seinem Konzentrationsgrad und dann — von der individuellen Wiederstandsfähigkeit des Organismus ab.

Man kann, sich auf die Beobachtungen intra vitam stützend, durchaus auf keine Veränderungen im gefärbten Kern hingewiesen werden. Zu demselben Resultate kommt man nach Durchmusterung der vergleichenden Präparate, welche auf genau dieselbe Weise von den Stentoren, einerseits, mit den intra vitam gefärbten Kernen und, andererseits, von den nicht gefärbten Individuen, durch Konservierung mit konzentriertem Sublimat und nachträglicher Färbung mit Boraxkarmin hergestellt wurden.

In allen Fällen wurde die Entfärbung ebensowohl im Kern, als auch (der Zellgranulationen) im Protoplasma, welche schon während des Absterbens des Individuums beginnt, konstatiert.

Bedeutend interessanter waren diejenigen Fälle der Kernfärbung, welche bei den parasitischen Infusorien beobachtet wurden — nämlich insofern, als ihr Kern sich verhältnismäßig viel rascher, wie bei Stentor, nach dem Zusatz von Farbstoff, und bedeutend länger vor dem Tode des Individuums färbt. Außerdem, was besonders wichtig

ist, ließ sich bei einigen von diesen die Kernfärbung während der Zellteilung verfolgen.

Balantidium.

In einem Versuch, wo die Balantidien, nachdem sie aus dem Enddarm des Frosches entnommen waren, in frisches und den Farbstoff enthaltendes Leitungswasser gesetzt wurden, konnte man schon am folgenden Tage die Kernfärbung bemerken und die Individuen mit gefärbten Kernen blieben längere Zeit, bis 24 Stunden, am Leben, ohne deutliche Abnormitäten zu zeigen.

In einem anderen Versuch, wo die Tierchen in eine $^1/_8$ prozentige und den Farbstoff (von derselben Quantität, wie in dem früheren Versuch) enthaltende Kochsalzlösung gebracht waren, kam die Kernfärbung ebenso am folgenden Tage zum Vorschein, die Tierchen aber lebten noch länger — von 30 bis 40 Stunden in „scheinbar" ganz normalem Zustand.

In beiden Fällen färbte sich der Kern stark Bordeaux-Rot, nur in dem ersteren Versuch zeigte die Farbe mehr einen Stich ins Blaue, in dem anderen mehr ins Orange. Der Kern stellte sich sonst homogen und stark lichtbrechend dar.

Opalina ranarum.

Bei den Versuchen, wo die Tierchen im frischen Leitungswasser kultiviert waren, kam die Erscheinung der Kernfärbung bedeutend schwächer zum Vorschein, als in den anderen, welche mit Kochsalzlösung angestellt wurden.

In dem ersteren Fall färbten sich die Kerne sehr schwach blassrosa, nur kurz vor dem Tode trat eine etwas prägnantere Färbung ein, dabei aber waren die Tierchen schon meistenteils ganz unbeweglich und die Kerne stellten sich etwas defiguriert dar.

In dem zweiten Fall wurde die Kernfärbung am folgenden Tage seit Anfang der Behandlung mit dem Farbstoff, in allen in der Kultur befindlichen Individuen sehr intensiv wahrnehmbar. In den kleineren Individuen trat sie etwas prägnanter als bei den großen zu Tage. An demselben Tage wurde bei vielen von diesen Individuen, sowohl den größeren, als auch den kleineren, während einiger Stunden, Zellteilung verfolgt. Sie behielten dabei ihr gewöhnliches Aussehen und bewegten sich normal.

Am nächstfolgenden Tage waren die *Opalina* schon meistenteils bewegungslos und manche von ihnen stark defiguriert.

In den Versuchen beider Arten kam bei *Opalina* neben der stärkeren Rosa-Färbung der Kerne noch eine bedeutend schwächere blassrosige Tingierung des Protoplasmas zum Vorschein.

Nach dem Tode wurde bei *Opalina* ähnlich wie bei den Versuchen mit anderen Tierchen eine vollständige Entfärbung der Kerne und des

Protoplasmas beobachtet, aber der Prozess der Entfärbung schien hier langsamer vor sich zu gehen.

Irgend eine deutliche Struktur konnte man in den gefärbten Kernen der *Opalina* nicht wahrnehmen.

Nyctotherus cordiformis.

In einem Falle, wo *Nyctotherus cordiformis* eine halbe Stunde, nachdem er aus dem Enddarm des Frosches entnommen und in frisches Leitungswasser von betreffendem Farbstoffgehalt gebracht war, wurde eine deutliche und intensive Färbung im Kern nach 2 Stunden 20 Min., in einem andern schon nach einer Stunde bemerkt.

Indem das Protoplasma im Ganzen eine blass-rosige Färbung zeigte, trat dieselbe im Kern als dunkles Bordeaux-Rot hervor. Der Farbeton verriet einen schwachen Stich ins Blaue. Die Struktur des Protoplasmas und sein Zusammenhang mit dem Kern wurden viel deutlicher, als es in ungefärbtem Zustand der Fall gewesen wäre.

Auf diese Weise gefärbte Individuen von *Nyctotherus cordiformis* beobachtete ich am 1. Tage des Verfahrens während 2 Stunden und hatte Gelegenheit zu konstatieren, dass die Tierchen weder im Protoplasma, noch sonst in der Gestalt, noch endlich in der Freiheit der Bewegung eine deutlich wahrnehmbare Veränderung zeigten. Wohl wurden diese Veränderungen an denjenigen Individuen bemerkbar, welche längere Zeit unter einem recht starken Druck des Deckgläschens untersucht wurden, aber nur an diesen.

Am folgenden Tage, nach 20 Stunden, seit dem Augenblick, wo die deutliche Kernfärbung im *Nyctotherus cordiformis* bemerkt wurde, blieb der größte Teil der Individuen lebendig und zeigte dieselbe Färbung wie am vorhergehenden Tage. Weder im Protoplasma noch im Kern konnte man eine deutlich wahrnehmbare Veränderung konstatieren: sie waren in einem „scheinbar" ganz normalen Zustande; nur die Bewegung der Individuen war geschwächt, was sich in einer schweren Arbeit der Cilien besonders gut kennzeichnete.

Etwas anders fielen die Resultate der intravitalen Färbung bei denjenigen Individuen von *Nyctotherus cordiformis* aus, welche aus dem Rectum eines und desselben Frosches, wie die vor kurzem beschriebenen, stammend, in eine $^1/_8$ prozentige Kochsalzlösung gebracht und auf dieselbe Weise, wie im ersteren Falle mit Neutralrot behandelt wurden. Der Färbungsprozess verlief in diesen Fällen langsamer — insofern, als die Kernfärbung erst am folgenden oder sogar am 3. Tage zum Vorschein kam, die Individuen aber lebten mit gefärbten Kernen und bei sonst gut erhaltenem Zustand der Zelle bedeutend länger. In einem Falle z. B., wo die Färbung im Kern erst am dritten Tage des Verfahrens bemerkt wurde, habe ich die Individuen mit gefärbten Kernen und in „scheinbar" ganz normalem Zustand der Zelle während

4 Tagen beobachtet. Am 5. Tage, seit die Färbung im Kern verfolgt wurde, wurden die *Nyctotherus cordiformis* in eine frische Kochsalzlösung hineingethan und kein Farbstoff mehr hinzugegeben. Bemerkenswert ist, dass die Tierchen anfingen, sich sofort zu entfärben. In den neuen Bedingungen lebten sie noch 2 Tage.

Am 1. Tage konnte man folgendes wahrnehmen: ein Teil der Individuen war tot und entfärbt; ein anderer verriet schon einen abnormen Zustand des Zellkörpers; die übrigen dagegen stellten sich noch „scheinbar" normal dar und bewegten sich auch ziemlich normal; die Individuen der beiden zuletzt genannten Kategorien waren nur etwas entfärbt, sowohl der Kern als auch das Protoplasma.

Am 2. Tage waren alle Individuen fast vollständig entfärbt, sogar diejenigen, welche sich der letzten Kategorie von dem vorhergehenden Tage ähnlich darstellen.

Am nächstfolgenden Tage war schon kein lebendes Individuum mehr wahrzunehmen.

Der eklatanteste und wichtigste Fall der Kernfärbung bei *Nyctotherus cordiformis* wurde noch in einem anderen Versuch beobachtet.

Die Tierchen waren zunächst in frisches Leitungswasser, ohne Zusatz von Kochsalzlösung oder Neutralrot, gebracht. Am folgenden Tage, als ich bemerkte, dass sie sich noch ganz normal verhielten und in den Teilungsprozess eintraten, that ich das Neutralrot hinzu. Nach 1 Stunde 40 Min. habe ich die Färbung der Kerne bemerkt. Man hatte Gelegenheit bei einigen sich in verschieden weit vorgeschrittenen Teilungsstadien befindenden Individuen gefärbte Kerne zu beobachten und ferner während $2^1/_2$ Stunden den zwar langsam fortschreitenden Teilungsvorgang zu verfolgen. Alle Individuen zeigten einen „scheinbar" ganz normalen Zustand. Diejenigen Tierchen, welche sich in einem weit vorgeschrittenen Teilungsstadium befanden, bewegten sich vollkommen frei und normal; die Bewegung der anderen in früheren Teilungsstadien befindlichen Individuen war stark verlangsamt — Erscheinungen, welche mit dem Teilungsprozess offenbar in Zusammenhang stehen.

Am folgenden Tage, d. h. am 2. der Färbung und am 3. Tage, nachdem die Tierchen aus dem Rectum des Frosches entnommen waren, war ihr Protoplasma stark defiguriert, die Bewegung sehr geschwächt und fast nur auf die Cilien beschränkt. Sie verrieten, im Allgemeinen, die Todessyptome. Der Teilungsprozess bei den am vorhergehenden Tage beobachteten Individuen war nicht zu Ende. In einigen Stunden wurden sämtliche Tierchen tot.

Man könnte annehmen — der Farbstoff sei Schuld daran, dass die *Nyctotherus cordiformis* abstarben, ohne die Teilung vollbracht zu haben. Man darf aber andererseits nicht vergessen, dass diese Parasiten im frischen Wasser allein selten länger leben können und dass

es vielleicht, meiner Meinung nach sogar wahrscheinlich, andere ungünstige Bedingungen, welche dieses frische Wasser enthielten, die wahren Ursachen des Todes der beschriebenen Tierchen waren. Und diese Thatsache des Todes, bevor der Teilungsprozess zu Ende war, kann auf die Wichtigkeit der Beobachtung, dass man während einiger Stunden die gefärbten Kerne in verschieden weit vorgeschrittenen Teilungsstadien verfolgen konnte, keinen Einfluss haben: dieser Fall der Färbung des Kerns beweist, dass dieser den Farbstoff intra vitam aufnehmen kann.

Ich möchte hier noch ein paar Worte über die Art der Kernfärbung bei *Nyctotherus cordiformis*, im Allgemeinen, sowie den Unterschied der Resultate, welcher bei Anwendung des frischen Leitungswassers und der Kochsalzlösung wahrnehmbar ist, hinzufügen.

Bei den Versuchen beider Arten waren die toten Tiere vollständig entfärbt, und die Entfärbung fing schon während des Absterbens an. Bei den Versuchen beider Arten färbt sich der Kern intensiv bordeauxrot, der Zellkörper verhältnismäßig schwach rosa. Bei den Versuchen mit frischem Wasser zeigte der Ton der Farbe mehr einen Stich ins Blaue, mit Kochsalzlösung dagegen — eher ins Orange. Der Unterschied aber im Ganzen war sehr gering. Die Hauptunterschiede in diesen Versuchen bestanden in etwas langsamer eintretender Aufnahme des Farbstoffs und in einer längeren Lebensdauer der gefärbten Individuen in Kochsalzlösung, als im frischen Leitungswasser.

Was die verlangsamte Farbstoffaufnahme betrifft, so kann sie auf zwei Arten interpretiert werden:

1. man kann vermuten — die offenbar giftige Einwirkung des frischen Leitungswassers auf die Parasiten sei durch Kochsalzlösung aufgehoben und die Wiederstandsfähigkeit der Organismen gegen die Farbstoffeinwirkung sei dadurch länger erhalten;
2. man kann vermuten — die Eigenschaften des Farbstoffs werden einigermaßen verändert, sobald er in die Kochsalzlösung kommt, und dadurch wird er durch die Organismen anders, wie in dem Versuch ohne Kochsalzlösung, aufgenommen.

Callidina symbiotica

bietet einige sehr interessante Erscheinungen der Kernfärbung.

Was hier zuerst ins Auge fällt, sind die sämtlich dunkelrot gefärbten Kerne der Hypodermiszellen und der Enddarmzellen. Dabei war das Protoplasma ebensowohl im „Zellsyncytium" der Hypodermis, als auch in den Enddarmzellen vollkommen farblos.

Auffallend ist die andere Erscheinung, welche ich einmal zu beobachten Gelegenheit gehabt habe, nämlich — die Färbung riesiger Kerne in 2, sich in einem späteren Entwicklungsstadium befindenden

Eiern, welche im Tier selbst lagen. Die Kerne waren sehr intensiv rosa-, schon fast rotgefärbt, die übrigen Teile der Eier dagegen sehr schwach rosa.

Leider ist es mir nicht gelungen durch den zufällig eingetretenen Tod dieses Individuums und Mangel an mehreren solchen Stadien, den Entwicklungsprozess dieser Eier weiter zu verfolgen, um in diesem Falle beweisen zu können, dass die betreffenden Embryonen noch lebten.

Mit Hilfe eines anderen Farbstoffs — des von mir stark modifizierten Neutralrots wurden noch andere Resultate bei demselben Tier erzielt. Erstens kamen dieselben Kerne der Hypodermiszellen noch günstiger zum Vorschein, indem sie bedeutend blasser, nichtsdestoweniger aber intensiv gefärbt wurden und eine gewisse Zusammensetzung erkennen ließen.

Die Färbung in den Kernen der Enddarmzellen trat in diesem Falle auch viel deutlicher und ständiger hervor. Außerdem wurde ich durch die Anwendung dieses modifizierten Neutralrots auf weitere Beispiele der Kernfärbung bei *Callidina symbiotica* aufmerksam. Es traten noch zu Tage:

1., in dem größeren Teile der großen, oberflächlich gelegenen, polygonalen Zellen des Mitteldarms[1]) große, runde, blass rosa-gefärbte Kerne;

2. etwas kleinere und dunkler gefärbte — in der Fußdrüse.

In den anderen Organen der *Callidina*, mit Ausnahme der Geschlechtsorgane, schien mir in diesem Falle die Kernfärbung auch vorhanden gewesen zu sein. Diese Beobachtung aber bedarf einer weiteren Bestätigung.

In beiden Fällen der Färbung zeigten die Jungen, welche im Körper der Muttertiere wahrnehmbar waren, analoge Färbungserscheinungen.

Den vorläufigen Beobachtungen nach scheinen die beiden Farbstoffe den normalen weiteren Lebensverlauf der *Callidina* durchaus nicht zu stören.

Bei diesem Tierchen hatte ich Gelegenheit, auch noch folgendes zu beobachten: in einem Falle konnte ich den Anfang des Entfärbungsprozesses bei einem absterbenden[2]) Tier konstatieren; in einem anderen Versuch, wo die Tierchen aus der Farbstoffkultur in frisches reines Wasser übertragen waren, wurde am folgenden Tage eine bedeutend vorgeschrittene Entfärbung in lebenden Individuen wahrnehmbar. Diese beiden Beobachtungen bestätigen die schon so oft besprochene Erscheinung der Entfärbung.

1) Nähere Beschreibung dieser Zellen — v. II. Teil dieser Mitteilung.

2) Der Tod war in diesem Falle durch sehr starken Druck des Deckgläschens herbeigeführt.

Ich möchte hier noch kurz einige andere Versuche erwähnen, welche entgegengesetzte Resultate, als die bis jetzt beschriebenen, zur Folge haben.

Bei *Actinosphandium* Eich., z. B. färbten sich die Kerne, sogar bei Anwendung des Neutralrots von einer sehr starken Konzentration, gar nicht und die Einwirkung des Farbstoffs verursachte einen sofort eintretenden Tod des Organismus, wenn dieser in der Farbstofflösung gelassen wurde. Beim sehr raschen Uebertragen der Tiere aus dieser Farbstofflösung in frisches, keinen Farbstoff mehr enthaltendes Wasser, erholten sich diese letzteren nach einer Zeit vollständig, die Kerne aber blieben ungefärbt. In den Versuchen mit *Paramaecium aur.* und *Colpidium (Colpoda* und *nasutum)* wurde wohl einige Male die Färbung der Kerne, bei sehr starken Konzentration des Farbstoffs, bemerkt; diese letztere aber trat immer nur bei einzelnen Individuen, einige Minuten vor dem Tode, zu Tage und war von gleichzeitig erscheinenden starken Veränderungen im Körper und Kern begleitet. Diese Färbungserscheinung beobachtete ich nur bei den Versuchen, welche unter dem Deckgläschen ausgeführt wurden und bin geneigt zu glauben, dass sie nur bei den einzelnen, durch einen allzu starken Druck dieses geschädigten Individuen zum Vorschein kam.

Aus den soeben dargestellen Versuchen ergiebt sich:

1. dass in manchen Fällen (es kann sein — sogar sehr vielen) der Kern, sogar bei Anwendung des Farbstoffs von der stärksten Konzentration, welche den Tod der Zelle hervorruft, keinen Farbstoff aufnimmt;

2. dass in manchen Fällen die Färbung des Kerns nur durch die Schädigung der Zelle und vielleicht auch des Kerns zu Stande kommt.

Ich stelle das Beobachtete kurz zusammen:

1. Der Kern färbte sich, während die Zelle sich eine längere Zeit nachher — bis 5 Tage — in einem Zustand befand, den ich für einen ganz normalen Zustand zu erklären geneigt bin.

2. Die Zellen mit gefärbten Kernen konnten, wie z. B. bei *Opalina ranarum,* den ganzen Teilungsprozess durchmachen.

3. Der Kern selbst zeigte, nachdem er gefärbt worden war, keine Abnormitäten, was man am lebenden Tier äußerlich beobachten und auch aus den vergleichenden Präparaten wie bei *Stentor coeruleus* ersehen konnte.

4. Die gefärbten Kerne konnten, wie bei *Nyctotherus cordiformis,* in verschiedenen Teilungsstadien beobachtet werden.

5. Die Kernfärbung trat in verschiedenen Zellen verschieden rasch, seit Anfang der Behandlung mit dem Farbstoff, und verschieden lange vor ihrem Tode zu Tage.

6. Die Kernfärbung kam auch gar nicht zum Vorschein, sogar bei Anwendung der stärksten Konzentration des Farbstoffs und dadurch hervorgerufenem Tode der Zelle, oder sie wurde nur bei deutlich sichtbarer Schädigung des Organismus wahrnehmbar.

7. Die Kerne innerhalb einer und derselben Art von Zellen nahmen den Farbstoff verschieden rasch auf.

8. In jedem Falle, mit Ausnahme von dem bei *Callidina*, wo die Zeit des Todeseintritts genau nicht wahrgenommen wurde, trat der Tod der Zelle, nachdem die Kernfärbung stattgefunden hatte, in verschiedenen Zeiträumen ein.

9. Nach dem Tode der Zelle wurde der Kern nebst dem ganzen Zellkörper entfärbt und diese Erscheinung fing schon während des Absterbens der Zelle an. Diese Erscheinung wiederholte sich ständig, obwohl die Untersuchungstierchen in denselben Farbstoff enthaltenden Kulturen gelassen wurden.

10. Eine vollständige Entfärbung des Kerns und des Protoplasmas konnte auch an lebenden Zellen beobachtet werden, nachdem diese in frische, keinen Farbstoff mehr enthaltende Kulturen gebracht wurden.

Diese Resultate meiner Untersuchungen veranlassen mich, ferner ihre eventuelle Bedeutung für die Frage der intra-vitalen Färbung des Kerns etwas näher zu erörtern.

Ich möchte zunächst hervorheben, dass die Beobachtungen: 1, 2, 3, 4, 9 und 10 — alle, 2, 4, 9 und 10 aber entscheidend dafür sprechen, dass der Kern in den von mir beschriebenen Fällen, ausgenommen die Versuche mit *Paramaecium aur.* und *Colpidium*, sich intra vitam färbte.

Wenn der Kern sich intra oder post mortem färben würde, so könnte dann eine Zelle mit gefärbten Kernen, wie in dem Versuch mit *Opalina ranarum*, den Teilungsprozess nicht durchmachen, oder in diesen, wie in dem Versuch mit *Nyctotherus cordiformis*, nicht eintreten.

Die unter 9 zusammengefasste Erscheinung der Entfärbung des Kerns und des Protaplasmas muss meiner Meinung nach auf Zustandekommen gewisser neuer chemischer Reaktionen beruhen, welche im Kern und Protoplasma durch manche, von außen kommende Stoffe hervorgerufen werden. Und mit der ersten Minute des Todeseintritts wird offenbar, diesen Stoffen der Weg sowohl in das Protoplasma als auch in den Kern freigelegt! Ebenso ist es wahrscheinlich und möglich, dass mit dem Eintritt des Todes noch im Organismus selbst, in seinen Bestandteilen, resp. in seiner Konstitution eine Veränderung zu Stande kommt, ohne dass die von außen kommende Stoffe daran Teil nehmen.

Alle diese Umstände rufen offenbar die Aenderung der intra-vitalen spezifischen Beschaffenheit sowohl des Kerns als auch des Protoplasmas hervor und verursachen die Erscheinung der Entfärbung. Daraus folgt ferner, dass die intra- oder post-mortale spezifische Beschaffenheit des

Kerns den Farbstoff zu binden nicht mehr im Stande ist und dass die Eigenschaft des Kerns den Farbstoff zu binden mit seiner intra-vitalen spezifischen Beschaffenheit im innigsten Zusammenhang steht.

In demselben Sinn soll auch die unter 10 gefasste Erscheinung der Entfärbung gedeutet werden: sie spricht gleichfalls für die intra-vitale Beteiligung des Kerns bei dem Prozess der Aufnahme des Farbstoffs.

Es fragt sich nun aber, ob der Farbstoff in allen Fällen, ganz abgesehen von den Fällen bei *Paramaecium aur.* und *Colpidium*, schädigend auf die Zelle, resp. den Kern einwirkte?

Man könnte wohl, sich auf die unter 9 zusammengefasste Beobachtung stützend, annehmen, dass der Farbstoff in allen diesen Fällen schädlich, nur in verschiedenen Graden einwirkte. Es ist aber auch eine andere, etwas weiter gehende Annahme vielleicht noch mehr berechtigt.

Diese Frage wird man wohl entscheidend nur dann beantworten können, wenn es möglich sein wird, eine Beobachtung zur Hand haben, wo eine Zelle mit gefärbten Kern den Teilungsprozess oder ein Ei den Entwickelungsprozess vollbracht haben und nachher eine entsprechend längere Zeit am Leben bleiben.

Eine Beobachtung in dieser Art bietet zwar der Fall mit *Opalina ranarum*, wo man Gelegenheit hatte zu konstatieren, dass die Individuen mit gefärbten Kernen den Teilungsprozess durchgemacht und nachher eine Zeit gelebt haben und wo man den schon am folgenden Tage eingetretenen Tod durch den Wechsel der Lebensbedingungen, etwa rechtfertigen könnte; aber gerade diese neue Lebensbedingungen, über deren eigentlichen Einfluss man zu wenig wissen kann, verursachen, dass der beschriebene Fall vorläufig für ungenügend maßgebend und beweiskräftig für die Lösung der Frage erklärt werden muss.

Ich halte ihn aber für genügend maßgebend, um andererseits annehmen zu dürfen, dass in dem Falle mit *Opalina* der Farbstoff unschädlich einwirkte, und ferner, dass es Fälle gebe, wo der Farbstoff weder auf den Kern noch auf das Protoplasma schädigend einwirke und zwar aus dem Grunde, dass hier der Farbstoff der spezifischen Beschaffenheit sowohl des Kerns als auch des Protoplasmas vollständig entsprochen und dadurch keine schädlichen Reaktionen hervorgerufen habe.

Die unter 5 und 6 notierten Beobachtungen müssen, meiner Meinung nach, wieder durch die verschiedene spezifische Beschaffenheit des Kerns resp. verschiedene oder gar keine chemische Affinitäten dieses zu dem Farbstoff bei verschiedenen Arten der Zellen erklärt werden.

Die unter 7 zusammengefasste Beobachtung mag mit der individuellen Widerstandsfähigkeit im Zusammenhang stehen.

Da man vorläufig noch nicht beweisen kann, inwiefern der Farbstoff in der Reihe der geschilderten Beobachtungen schädlich oder un-

schädlich auf die Zelle im allgemeinen einwirkte, so kann man auch vorläufig mit Bestimmtheit nicht sagen, inwiefern der so oft besprochene „normale Zustand" der Zelle wirklich normal war, obwohl ich diese Begriffsbestimmung für ganz berechtigt zu halten geneigt bin, da sich die Zelle in diesen Fällen kaum anders als in dem ungefärbten Zustand verhielt. Aus dem Grunde bezeichnete ich diesen Zustand der Zelle bei der Darstellung meiner Beobachtungen der Präzision halber als „scheinbar" normal.

Ich fasse meine Annahmen folgendermassen zusammen:

I. Der Kern kann sich während des normalen und eine längere Zeit fortdauernden Lebens der Zelle färben.

II. Der Kern kann sich während seines eigenen Lebens färben, was schon jetzt, den geschilderten Beobachtungen nach, als vollständig bewiesene Thatsache gelten soll.

III. Die Färbung des Zellkerns intra vitam hängt offenbar von seiner spezifischen Beschaffenheit ab. Diese letztere bewirkt in einem Falle die Nichtaufnahme des Farbstoffs, ruft in einem anderen den Tod des Kerns hervor, indem in demselben manche giftige Reaktionen bei dem Zutritt des Farbstoffs entstehen (post- oder intra-mortale Färbung) in einem dritten Falle, endlich, bedingt sie die Farbstoffaufnahme intra vitam, wenn der Farbstoff der spezifischen Beschaffenheit des Kerns entspricht.

Ich vermute ferner — es werde sich wahrscheinlich um einige sozusagen „ideale Farbstoffe" handeln, der Zahl der verschiedenen spezifischen Beschaffenheiten der Kerne entsprechend. Ich halte es auch für möglich, dass diese Zahl nicht allzu groß sein wird, indem es vielleicht mit der Zeit gelingen wird, die erwähnten verschiedenen spezifischen Beschaffenheiten in möglichst wenige Gruppen zu ordnen.

Ebenso soll man die Färbung des Mikronukleus nicht für ausgeschlossen halten, wenn man auch bis jetzt dieselbe mittelst der angewendeten Farbstoffe nicht hat beobachten können: man soll die Möglichkeit der Färbung des Mikronukleus berücksichtigen, indem man sich an die Thatsache erinnert, dass der letztere wieder etwas anders als das Makronukleus beschaffen ist und annehmen, dass es sich hier wieder um einen anderen „idealen", der spezifischen Beschaffenheit des Mikronukleus entsprechenden Farbstoff handeln würde.

(Schluss folgt.)

Zur Kenntnis des „Zwischenkörpers".

Von **Joseph Eismond.**

(Aus dem zootomischen Institut der Universität Warschau.)

In neuester Zeit wird in der Litteratur mitunter eine cytologische Kleinigkeit hervorgehoben. Das ist eine die Teilung der tierischen Zelle öfters begleitende Erscheinung, die, soweit es aus Einzelbeobachtungen hervorgeht, etwas Konstantes zu sein scheint und als solches, im Sinne der bisherigen Nomenklatur, als Zwischenkörperbildung zu unterscheiden ist.

Dieselbe besteht darin, dass es an sich teilenden Mutterzellen, zumal im Stadium begriffen, wo diese bereits ziemlich tief eingeschnürt worden ist, entsprechend der Teilungsebene, zur Differenzierung einer Art Zwischenstücks kommt, welches sich gegen die beiden Tochterzellen in der Weise von Trennungsrain verhält. Als Flemming, unabhängig von Prenant, hierauf eben besondere Aufmerksamkeit hingelenkt hatte und diese Differenzierung mit Bildung der pflanzlichen „Zellplatte" in Uebereinstimmung brachte, wurden derartige Verhältnisse alsbald von mehreren Seiten durch anderweitige Beobachtungen bestätigt, und die diesbezügliche Kasuistik ist bisher durch so viele Einzelbefunde bereichert worden, dass irgend wiederholte Untersuchungen nicht mehr lebhaftes Interesse erwecken. Es gibt dennoch einen Punkt, der hier lebhaft hervorgehoben zu werden verdient. Während der „Zwischenkörper" bekanntlich ausschließlich an Gewebszellen nachgewiesen wurde, wobei man nur jene strukturellen Veränderungen ins Auge fasste, die bei Teilung am Zellenleibe ablaufen, wurde indessen in der Litteratur schon in 1877 eine Beobachtung beschrieben, welche sich immer bei Erwägungen über das „Aequivalent" der Zellplatte aufdrängt. Diese Beobachtung betrifft namentlich eine Bildung, die ebenso unter Teilungsprozessen auftritt und im wesentlichen nur insofern als etwas besonderes zu betrachten ist, dass sie dem „Zwischenkörper" entgegen sich am Zellkern hervordifferenziert. Das ist die bekannte Beobachtung von R. Hertwig[1]) an *Spirochona gemmipara* St. In Mitte des bei Teilung hantelförmig eingeschnürten Makronukleus bildet sich bei dem genannten Wimperinfusorium, entsprechend der Teilungsebene, ein verdicktes, intensiv färbbares Zwischenstück aus, welches nun trotz der durch den Beobachter selbst damals angegebenen Deutung, auffallender Weise an den „Zwischenkörper" der Gewebszellen erinnert.

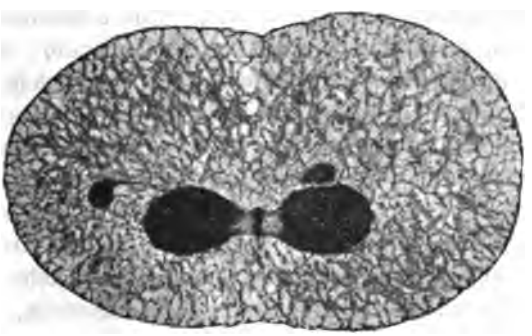
Der soeben besprochene Befund, erst nach einem längeren Zeitverlauf durch Flemming gelegentlich hervorgehoben, neuerdings aber durch wiederholte Untersuchungen Balbiani's[2]) festgestellt, ist meines

1) R. Hertwig, Ueber den Bau und die Entwicklung der *Spirochona gemmipara*. Jenaische Zeitschr., Bd. XI, 1877.

2) Balbiani, Sur la structure et la division du noyau chez le *Spirochona*. Annales de micrographie. Juillet-Août, 1895, p. 25—26.

Erachtens in vielen Beziehungen bemerkenswert. Zunächst aber verdient derselbe deswegen näher betrachtet zu werden, dass man dadurch unwillkürlich veranlasst wird, bei Erwägungen über die mechanische Grundlage der Teilungsvorgänge, von Zwischenkörperbildung im allgemeineren Sinne zu reden und diese selbst etwa in kausalen Zusammenhang mit gewissen biomechanischen Verhältnissen zu bringen, die überhaupt für Teilung der lebenden Materie konstant sind und somit hoffentlich für Zell- sowie Kernteilungserscheinungen identisch sein müssen. Ferner scheint auch die Vermutung zulässig, dass die „Zwischenkörper“, sobald sie an verschieden beschaffenen lebendigen Substraten — wie Kern und Zellleib — sich ausbilden, wohl auch verschiedene stoffliche Beschaffenheiten besitzen dürfen.

So viel ich weiß, wurden dennoch Verhältnisse, denen der *Spirochona*-Kerne analog an Kernen anderer Objekte mit gleicher Präcision nicht erkannt. Was aber hier von besonderem Interesse ist, ist namentlich der Umstand, dass es bisher noch nicht konstatiert worden ist, ob die Zwischenkörperbildung irgendwo auch bei direkter Kernteilung stattfinde. Der letztere Punkt muss aus dem Grunde betont werden, weil die Kernteilung bei *Spirochona* sich gewissermaßen der Karyokinese nähert, was nun im Anschluss an die Befunde Flemming's uns zur Zeit berechtigen könnte, der in Rede stehenden Erscheinung gewisse spezielle und dabei nur der echten Karyokinese eigentümliche Bedingungen zu Grunde zu legen.



Gestützt auf Präparate von Herrn Stud. Kudelski, der im hiesigen Institute über Kernteilung an Infusorien arbeitet, möchte ich skizzenhaft einige Beobachtungen mitteilen, hoffend, dass wir dadurch etwas tieferen Einblick in die Natur des „Zwischenkörpers“ gewinnen. Die gleich zu besprechenden Befunde verdienen, in Erwägung der oben angedeuteten Punkte, umsomehr betont zu werden, da es sich hier um Zwischenkörperbildung bei Kernteilung handelt, welche sonst als echte Amitose angesehen werden könnte. Das Untersuchungsexemplar,

ein Wimperinfusorium *Glaucoma scintillans* Ehrbg., durch die obenstehende Figur wiedergegeben, wurde gelegentlich nebst anderen Wimperinfusorien unter dem Deckgläschen mit Chromessigsäure fixiert, dann durch Alaunkarmin gefärbt und zum Zweck der Herstellung feinerer Strukturverhältnisse in Canadabalsam eingeschlossen. Bei solcher Behandlung waren folgende Einzelheiten zu sehen. Rings um den Zellkörper verläuft eine zur Zeit noch schwierig erkennbare Einschnürungsfurche. Der entsprechend lässt sich aus Protoplasmastrukturen die deutlich markierte Teilungsebene entziffern, was schon auf die Vorbereitung zur eben beginnenden Zerklüftung des gesamten Körpers des Infusoriums hinzudeuten scheint. Indessen sieht man den Kernapparat auf dem Stande stehen geblieben, wo der Makronukleus nach bereits vollzogener Teilung des Mikronukleus, noch hantelförmig eingeschnürt verharrt, wobei seine Teilungsebene mit der des Zellkörpers zusammentrifft. Nunmehr fällt das Wichtigste ins Auge, nämlich das verdickte, durch Alaunkarmin intensiv gefärbte und homogen aussehende Zwischenstück, welches in Mitte der die Teilhälften des Mutter-Makronukleus brückenweise verbindenden Kommissur zu liegen kommt. Dabei stellt der gesamte Kern, wie dies überhaupt bei Protozoen vorkommt, einen gegen den Zellleib scharf abgesetzten Körper dar.

Abgesehen von sonstigen Einzelheiten, die hoffentlich aus der Figur selbst ersichtlich sind, möchte ich beiläufig noch auf das Folgende aufmerksam machen. Der bisher für Kernteilungen angewandten Diagnose gemäß, sollten die Verhältnisse bei *Glaucoma* zur „Amitose" gerechnet werden, wofür zunächst das Fehlen von fädigen Anordnungen des Chromatins sprechen dürfte. Von diesem Gesichtspunkte aus gesehen, scheint nun sehr auffällig der Umstand, dass der Kern dennoch keine direkte Einschnürung vorzeigt, wie solche zu erwarten wäre [1]). Verhältnisse, welche hier zu sehen sind, wenn sie an gemeine Mitosen auch nicht erinnern, deuten indessen aufs klarste auf gewisse innere Umlagerungen des Chromatins hin, denen wohl dieselben mechanischen Bedingungen zu grunde liegen, wie solche auch bei der Karyokinese denkbar sind. So, während die Endabschnitte der Hantelfigur kompakt angesammelte Chromatinmasse ausmacht, die hier so intensiv dem achromatischen Kernstroma eingelagert ist, dass dadurch das letztere sich nicht mehr erkennen lässt, scheint dementgegen die oben genannte Kommissur des Chromatins absolut zu entbehren; dabei sieht dieselbe genau so aus, als wenn sie bei seiner Ausbildung auf Kosten des achromatischen Kernstromas ausgesponnen wäre, wie dies eben bei echten Mitosen unter Form von „Verbindungsfasern" zu

1) Für direkte Kernteilung muss man gewiss nur einen solchen Teilungsakt halten, wo der Kern sich teilt, ohne dass seine strukturelle Konstitution dabei irgend Störungen erleidet. Derartige Teilung ist doch wirklich in vielen Fällen zu beobachten.

Stande kommt. Wenn man nun unter solchen Verhältnissen auch Zwischenkörperbildung konstatiert, so macht dies die Vermutung zulässig, dass hierbei dieselben biomechanischen Ursachen wirksam waren, welche wir der typischen Mitose beimessen könnten, abgesehen natürlich von jeglichen sekundären Erscheinungen, wodurch die letztere in Einzelfällen begleitet werden kann.

Was doch zuletzt die Entstehungsweise selbst des Zwischenstückes an der besprochenen achromatischen Kernkommissur betrifft, so kann ich dafür keinen bestimmten Nachweis liefern, denn es war in aufeinanderfolgenden Momenten nicht zu verfolgen. Jedenfalls aber halte ich es für irrtümlich, wenn Jemand hier mit einem Ueberbleibsel von Chromatin thun zu haben glaubte. Noch weniger Wahrscheinlichkeit hätte aber meines Erachtens die Vermutung für sich, dass in dem gegebenen Fall gewisse besondere „Körnchen" engagiert werden, wie solche eben, nach Auffassung mancher Autoren bei Mitose an „Centralspindelfasern" auftreten sollen, um dann zum Aufbau des „Zwischenkörpers" verwendet zu werden. Soweit meine eigenen Untersuchungen an Gewebezellen ausreichen, scheint vielmehr die Zwischenkörperbildung vor Allem auf einer näher nicht zu bestimmenden biochemischen Metamorphose zu beruhen, der die sonst lebendige Gerüstsubstanz des Protoplasmas anheimfällt, sobald sie in der Teilungsebene getroffen wird. Dafür spricht doch die Bildung der pflanzlichen „Zellplatte", welche letztere nur insofern etwas besonderes zu deuten hat, dass sie sich auf die Pflanzenzelle bezieht und dementsprechend nachträglich zu einer eigentümlichen Spezifität gelangt, was man von vornherein annehmen muss[1]). [42]

Beobachtungen über die Befruchtung und ersten zwei Teilungen an den lebenden Eiern kleiner Nematoden.

Von R. v. Erlanger.

(Fortsetzung von Nr. 4 S. 152 d. Jahrg.)

II. Teil.

Die im ersten Teile vorliegenden Aufsatzes mitgeteilten Beobachtungen waren vorzugsweise an den Eiern von *Rhabditis dolichura* gemacht worden, da diese Form in gewissen Hinsichten die günstigere von den beiden ist, welche mir in reichlicher Menge zu Gebote standen. Die erwachsenen Exemplare von *Rh. dolichura* sind nämlich relativ klein und dünn und enthalten verhältnismäßig wenig Eier, sodass man deren Entwicklung bequem im Körper des Muttertieres verfolgen und so feststellen kann, welcher Pol der innere, welcher der äußere ist.

1) Einstweilen gehe ich auf weitere Ausführungen nicht ein; ich hoffe dennoch binnen Kurzem die oben geäußerte Auffassung in einem besonderen Aufsatz näher auseinander setzen zu können.

Dagegen eignet sich die Art wenig zur Anfertigung von Präparaten, die zum Vergleich und zur Beurteilung des lebenden Materials von Wichtigkeit sind, weshalb ich meine Aufmerksamkeit seither mehr der *Rhabditis pellio* zugewendet habe. Hier lässt sich nach Fixierung mit Alkohol-Eisessig (andere Fixierungsflüssigkeiten dringen durch die sehr undurchlässige Eihaut schlecht durch), Färbung mit Anilinfarbengemischen (Vesuvin-Jodgrün, Säurefuchsin-Malachitgrün) und Aufhellung in verdünntem Glyzerin, die Gestalt der Richtungsspindeln, ihre chromatischen Elemente, der Zerfall des Spermatozoons, das Anschwellen des Spermakerns zum sogenannten männlichen Vorkern, verdeutlichen. Der Zerfall des Kopfteiles des Spermatozoons und das Freiwerden der Deutoplasmakörner, welche sich im Eiplasma zerstreuen und auflösen, verläuft ähnlich, wie ich es für *Ascaris megalocephala* beschrieben habe, mit dem Unterschied, dass das Spermatozoon längere Zeit hart unter der Oberfläche des äußeren Eipols verbleibt und erst der sog. männliche Pronucleus etwas nach dem Eimittelpunkt vordringt. Es gelang mir dagegen nicht das Schicksal des Homologons des Glanzkörpers hier festzustellen; sollte derselbe wie bei *Ascaris megalocephala* längere Zeit innerhalb des Eiplasmas als ein homogenes Kügelchen verbleiben, so wäre es schwer ihn nachzuweisen, da das Eiplasma eine wechselnde Anzahl größerer Dotterkugeln enthält, von denen das erwähnte Kügelchen sich nicht leicht unterscheiden ließe. Am lebenden Ei habe ich zwischen Ei und Eimembran nichts gefunden, was mit dem kugligen Glanzkörper identifiziert werden könnte, daher scheint mir noch das wahrscheinlichste zu sein, dass er, wie bei *Asc. megalocephala* öfters auch der Fall ist, im Eiprotoplasma aufgelöst und resorbiert wird. Bezüglich der Lage des Centralkörpers im Samenkörper und seines Freiwerdens bin ich auch zu keinem positiven Resultat gelangt, es wäre immerhin möglich, dass der Centralkörper im Kern der ruhenden Spermatide liegt und aus dem sog. männlichen Pronucleus heraustritt (vergl. Teil I Fig. 10).

Am lebenden Ei *Rh. pellio* ließen sich noch weitere interessante Details, die bei *Rh. dolichura* nicht zu ermitteln waren, beobachten, namentlich in Bezug auf das Verhalten der chromatischen Substanz bei der Mitose.

Schon in den eben aneinandergelagerten Vorkernen kann man bei günstigen Eiern, natürlich bei sehr starker Vergrößerung (Zeiss homog. apochr. Immers. 2 mm Compens. Oc. 12 u. 18) und künstlicher Beleuchtung (Auerbrenner mit Schusterkugel) die chromatischen Elemente als etwas stärker lichtbrechende Kügelchen erkennen, welche sich allmählich rosenkranzförmig hintereinander zu sog. Kernfäden anordnen. Nachdem die „Vorkerne“ sich stark gegenseitig abgeplattet haben, die Centroplasmen eingestellt sind und eine deutliche Strahlung entwickelt haben (vergl. Teil I Fig. 4 von *Rh. dolichura*), sammeln

sich die Chromatinschleifen im Aequator an, ohne vorerst eine wirkliche Aequatorialplatte zu bilden, wobei beide Vorkerne ihre Individualität noch vollständig bewahren. Wenn jetzt die Kernmembranen an den Polen schwinden und die Scheidewand zwischen den Kernen undeutlich wird, ist eine wirkliche Aequatorialplatte ausgebildet (Fig. 1),

Fig. 1.

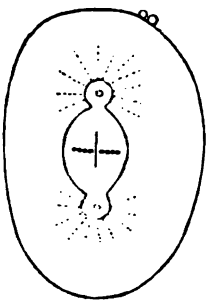


Fig. 2.

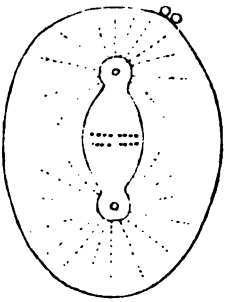


Fig. 3.

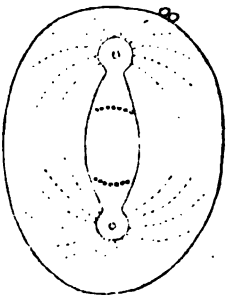


Fig. 4.

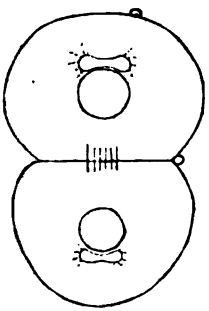


Fig. 5.

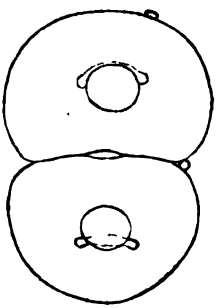


Fig. 6.

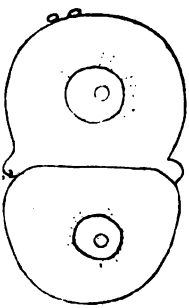


Fig. 7.

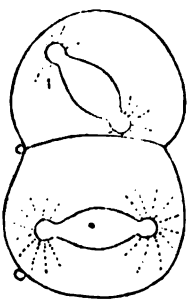


Fig. 8.

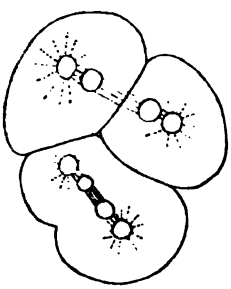


Fig. 9.

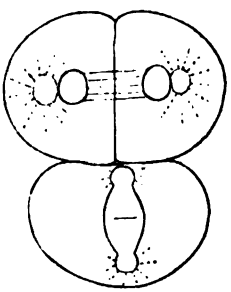
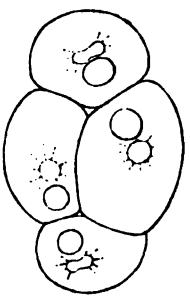


Fig. 10.



welche in seitlicher Ansicht durch den noch sichtbaren Teil der Scheidewand in zwei Teile gespalten ist, welche je von dem „männlichen“ und dem „weiblichen“ Vorkern stammen. Schon auf diesem Stadium war öfters bei *Rh. pellio* in der Mitte eines jeden Asters ein Centralkörper zu sehen, aus welchem zuweilen Andeutungen einer feineren alveolären Struktur beobachtet werden konnten. Die einzelnen Chro-

matinkügelchen, welche die Kernschleifen zusammensetzen, machen keineswegs den Eindruck fester Körner, sehen vielmehr wie Bläschen aus, deren Inneres mit Flüssigkeit gefüllt ist. Sehr bald tritt an den Kernschleifen die Längsspaltung auf und sofort wird die Aequatorialplatte in zwei Tochterplatten zerlegt (Fig. 2), welche nach den entgegengesetzten Spindelpolen zu wandern anfangen. In dem Maße, wie die Tochterplatten auseinanderweichen, verändern dieselben auch ihre Gestalt; sie krümmen sich zu Kugelkalotten, deren Konvexität den Polen zugewendet ist. Nun vollzieht sich die Zellteilung ganz in derselben Weise, wie ich es für *Rh. dolichura* geschildert habe und jede Tochterplatte stößt ganz auf das zugehörige Centroplasma, worauf die Rekonstruktion der Tochterkerne, in einer am lebenden Objekte bis jetzt nicht zu ermittelnden Weise erfolgt. Auf Präparaten zeigt sich, dass die Chromatinbläschen durch ein Liningerüst zusammengehalten werden, sodass jede Kernschleife aus aneinandergereihten Lininalveolen mit dazwischen liegenden Chromatinbläschen zu bestehen scheint. Durch Verschmelzung der Kernschleifen zu einem einheitlichen, rasch sich aufblähenden Bläschen entstehen die Tochterkerne.

Der Prozess des Auseinanderweichens der Tochterplatten, von dem Augenblick an, wo die Längsspaltung der Kernschleifen deutlich sichtbar wird, bis zum Moment, wo die Tochterplatten fast auf die Centroplasmen stoßen, dauerte im Durchschnitt 70 Sekunden, während die Zeit, welche von der Aneinanderlagerung der Keimkerne bis zur Durchschnürung des Eies (Auftreten der 1. Furche) verläuft, etwa 80 Minuten in Anspruch nimmt. Ich muss besonders hervorheben, dass die Eier von *Rh. pellio*, an welchen ich die eben erwähnten Beobachtungen machte, von der Konjugation der Vorkerne bis zur zweiten Teilung (Vierzellenstadium) kontinuierlich beobachtet wurden. Die Zeit von der Konjugation der „Vorkerne", bis zum Auftreten der Furche in der kleineren der beiden Furchungszellen, beträgt durchschnittlich zwei Stunden, bei einer Temperatur von 21° C. Wenn auch die betreffenden Eier stark gepresst waren, verlief ihre Entwicklung bis zum Ende der Beobachtung vollständig normal [1]).

Im Gegensatz zu dem Ei von *Ascaris megalocephala*, bei welchem die zwei ersten Furchungszellen, gleich nach der Durchschnürung der

1) Bezüglich der von mir benutzten Technik wäre zu erwähnen, dass die Eier von *Rh. dolichura* in einem Tropfen Bütschli'scher Eiweißlösung, die Eier von *Rh. pellio* in einem Tropfen 0,6 proz. Kochsalzlösung untersucht wurden. Zwischen das mit Klebwachsfüßchen versehene Deckglas und den Objektträger wurde eine Glasfadenspirale gelegt (Glaswolle), in dessen Mitte das Objekt sich befand. In dieser Weise lässt sich der Druck regulieren und jederzeit wieder durch Zugabe von Flüssigkeit mittels einer feinen Pipette aufheben. Es muss dafür gesorgt werden, dass die Flüssigkeit stets bis zum Rande des Deckglases ausgebreitet bleibt.

Eizelle, mit einer kreisförmigen Fläche zusammenstoßen, deren Durchmesser etwa $^1/_3$ des Durchmessers der größeren Tochterzelle misst, liegen die beiden Furchungszellen der zwei von mir untersuchten *Rhabditis*-Arten einander mit einer viel breiteren Fläche an und zwar gleich nach der Durchschnürung der Eizelle (Fig. 4). Die sogenannten Verbindungsfasern bleiben längere Zeit sichtbar (Fig. 4); öfters kommt der 1. Richtungskörper in der Furche zwischen beiden Zellen zu liegen, während der 2. gewöhnlich in einer seichten Delle an der Oberfläche der größeren Furchungszelle verharrt, zuweilen löst sich der 1. Richtungskörper vom Keime ab und liegt frei zwischen diesem und der Eimembran. Zu dieser Zeit lässt sich die „Carnoy'sche Zellplatte", oder nach eigener Auffassung die aneinandergelagerten Alveolarschichten der beiden einander gegenseitig abplattenden Furchungszellen, am besten beobachten; die Furche verläuft geradlinig. Die Centroplasmen der Tochterzellen flachen sich sehr bald nach der Teilung der Eizelle ab und werden hantelförmig ehe die Strahlung ganz rückgebildet ist (Fig. 4). Bei *Rh. pellio* fand ich die eigentümliche Erscheinung, welche mir bei *Rh. dolichura* auffiel, nämlich, dass das Centroplasma der kleineren Furchungszelle, welche sich bei beiden Formen nach der größeren teilt, zuerst hantelförmig wird, nicht bestätigt. Die zwischen den Centroplasmen auftretenden extranucleären Centralspindeln schmiegen sich den bläschenförmigen Tochterkernen an (Fig. 5) und werden derartig ausgezogen, dass die sich verkleinernden Centroplasmen allmählich an die entgegengesetzten Kernpole gelangen. Am lebenden Keim ließen sich auf diesen Stadien die Centralkörper nicht mehr wahrnehmen, wohl aber auf Totopräparaten. Im Gegensatz zum Ei von *Ascaris megalocephala* scheint sich die extranucleäre Centralspindel bei der Wanderung der Centroplasmen schließlich zurückzubilden und die 2. Furchungsspindeln stammen daher zum allergrößten Teil, d. h. mit Ausnahme der äußersten Enden und der Polstrahlungen, ganz aus der Kernsubstanz. Meiner Ansicht nach rührt dieser Gegensatz daher, dass die Kernmembran bei *Rh. pellio* länger als bei *Asc. megalocephala* erhalten bleibt, dasselbe gilt auch von den Membranen der Keimkerne (Vorkerne). Es wurden zum Vergleich Totopräparate von *Rh. pellio* herangezogen, welche zeigten, dass die gedrungenen zweiten Furchungsspindeln bereits in allen ihren Teilen fertig sind ehe die Kernmembran an den Polen undeutlich wird. Wie bei der 1. Furchungsspindel ist der Verlauf der sogenannten Spindelfasern ein ausgesprochen bogiger und sämtliche „Fasern" im Bereiche der Aequatorialplatte, ja noch etwas darüber hinaus, gehen kontinuierlich von einem Pol zum anderen, zum mindesten muss ich mit Entschiedenheit auch hier, wie bei *Asc. megalocephala* bestreiten, dass die Spindel aus zwei mit der Basis aneinanderstoßenden Kegeln besteht.

Während die Centroplasmen diese Veränderungen durchmachen, erleidet auch die Gestalt der beiden Furchungszellen in ihren gegenseitigen Beziehungen gewisse Modifikationen. Gewöhnlich wird die Berührungslinie der größeren etwas ein-, die der kleineren etwas ausgebuchtet (Fig. 5), zuweilen wird der Radius des Bogens recht klein und die Krümmung sehr ausgesprochen; gleichzeitig tritt ein kleiner, oft unregelmäßig gestalteter linsenförmiger Hohlraum zwischen den Furchungszellen in der früheren Spindelaxe auf. Ehe die Kerne sich zur Teilung anschicken und bevor die Polstrahlungen auftreten, wird die Furche wieder zu einer Geraden (Fig. 6), der Längsdurchmesser des ganzen Keimes streckt sich, wobei der Querdurchmesser entsprechend abnimmt und die Kerne, welche ihre centrale Lage innerhalb beider Zellen beibehalten, wieder etwas auseinanderrücken. Die Spindeln beider Zellen liegen noch zueinander parallel (Fig. 6 polare Ansicht der Kerne, die Centroplasmen der oberen Pole sind durch punktierte Kreise angedeutet, die Polstrahlungen sind noch nicht aufgetreten). Die Kerne haben seit ihrer Rekonstruktion stetig an Größe zugenommen und jetzt macht sich zuweilen um sie herum eine Strahlung bemerkbar, welche nichts mit den Spindelpolen zu thun hat, da sie nicht von diesen, sondern von der Kernperipherie ausgeht und besonders auf optischen Querschnitten durch die äquatoriale Gegend des Kernes hervortritt. Aehnliches konnte ich gelegentlich auch an den konjugierten Keimkernen, ehe die Polstrahlung bemerkbar wird, konstatieren, wenn auch die Erscheinung am ungeteilten Ei nicht so deutlich ist, wie in den beiden ersten Furchungszellen. Diese Strahlung lässt sich, glaube ich, so erklären, dass der anschwellende Kern Flüssigkeit aus dem Cytoplasma anzieht und die Alveolen in der Richtung der Strömung sich zu Längsreihen anordnen. Sehr bald fängt die größere Zelle an amöboid zu werden, es treten wieder lebhafte Strömungen im Cytoplasma auf und dieses bildet in der Gegend der Furche wulstförmige Pseudopodien, welche im optischen Längsschnitt henkelartig hervortreten (Fig. 6). Aehnliches hat zur Strassen am lebenden Keime von *Ascaris megalocephala* beobachtet, mit dem Unterschied, dass die Wülste von beiden Furchungszellen gebildet werden, auf meinen Präparaten von *Asc. megalocephala* konnte ich bis jetzt die Wülste nicht finden, wahrscheinlich, weil sie bei der Abtötung eingezogen werden. Im Ganzen genommen sind bei den *Rhabditis*-Eiern die amöboiden Bewegungen der beiden ersten Furchungszellen nicht so auffallend, wie beim ungeteilten Ei vor und während der Bildung der Pseudofurche (vergl. Teil I S. 156), doch können, abgesehen von den Wülsten an der Furche, noch weitere, sehr stumpfe Pseudopodien an anderen Stellen der Zelloberfläche auftreten. Hat man einen Keim in der durch Fig. 6 veranschaulichten Lage vor sich, d. h. blickt man auf das Polende des zur gedrungenen Spindel ohne Polstrahlungen um-

gewandelten Kernes, so kann man die interessante Beobachtung machen, wie der scharfe Kontur des äquatorialen Teiles, d. h. die Kernmembran, bei der allmählichen Streckung der Spindel plötzlich verschwindet und die scharfe kreisförmige Grenze sich in einen zackigen Umriss verwandelt.

Gleich nach dem Auftreten der amöboiden Bewegungen beginnen die eigentlichen Polstrahlungen deutlich zu werden und es erfolgt die Einstellung der Spindeln beider Furchungszellen derart, dass, während bisher die Axen beider Spindeln parallel lagen, die Spindel der kleineren Zelle sich allmählich senkrecht auf die der größeren Furchungszelle einstellt (Fig. 7). Das Verhältnis der Teilungsgeschwindigkeiten beider Zellen ist kein konstantes, wie ein Vergleich zwischen Fig. 7 und 8 lehrt (welche nicht von demselben Keim stammen), doch eilt die größere Zelle der kleineren stets etwas voraus, wie dies auch bei *Asc. megalocephala* gewöhnlich der Fall ist. In den beiden Furchungszellen, wie in der Eizelle gehen dem Auftreten der Furche pendelnde Bewegungen der Spindeln voraus. Auch hier strömt unterdessen das Protoplasma von den Polen nach der Furchenebene ab. Im allgemeinen stimmt der Verlauf der Teilung beider Furchungszellen ganz mit dem der Eizelle überein, wenn man davon absieht, dass hier zwei kopulierte Kerne, dort je ein einziger Kern vorhanden sind; im Grunde genommen ist dieser Gegensatz kein prinzipieller, weil im Ei die Spindel zum größten Teil aus beiden Kernen hervorgeht. Bezüglich der Einstellung der beiden Furchungsspindeln wäre noch zu bemerken, dass bei *Rh. pellio* die eingestellte Spindel der größeren Furchungszelle parallel zur 1. Furchungsebene liegt, während die eingestellte Spindel der kleineren darauf senkrecht steht (Fig. 8), jedoch ist diese Beziehung der beiden Spindeln zueinander nur eine vorübergehende, da während der Zellteilung die beiden Furchungszellen aufeinander herumgleiten (Fig. 9) und zwar so, dass nach der zweiten Teilung die Verbindungslinien der zueinander gehörigen Tochtercentroplasmenmittelpunkte untereinander wieder parallel ziehen (Fig. 10). Die Gestalt der sich teilenden beiden ersten Furchungszellen erleidet bei dem Gleiten mannigfaltige Deformationen (Fig. 9), weil die nicht dehnbare Eihaut die Zellen zwingt, sich einander gegenseitig anzupassen. Ueberhaupt gibt die Eihaut gewissermaßen eine Form für den sich entwickelnden Keim ab, während die Gestalt der Eihaut selbst, durch diejenige des unbefruchteten Eies bedingt wird und sich nach der Zahl und der gegenseitigen Lagerung der Eier in dem Geschlechtsleiter richtet. Auch die Spindeln und spezieller die sogenannten Verbindungsfasern machen die erwähnten Deformationen mit, sodass sie öfters stark verbogen werden.

Weiter habe ich die Furchung nicht verfolgt, weil dieser Vorgang bei den Nematoden und anderen Tieren in den letzten Jahren wieder-

holt der Gegenstand sehr eingehender Untersuchungen war und es mir hauptsächlich nur darauf ankam, die feineren Verhältnisse bei der Befruchtung und Teilung, soweit dieselben sich am lebenden Objekt ermitteln lassen würden, zu studieren. Ich beabsichtige auch nicht an diese kurze Mitteilung, welcher nur sehr einfache Figuren beigegeben werden konnten, theoretische Betrachtungen anzuknüpfen, sondern ziehe vor die Schlüsse, zu welchen ich gelangt bin, sofern ich sie noch nicht in anderen Aufsätzen auseinandergesetzt habe, aufzusparen, bis ich die lebenden Eier anderer Formen mit denen der Nematoden verglichen habe. Bei derselben Gelegenheit soll dann die einschlägige Litteratur, die hier nur höchst dürftig berücksichtigt ist, eingehender besprochen werden.

Heidelberg, den 26. Februar 1897.

Zur Begattung der Dekapoden.

Von Dr. **G. Brandes**,
Privatdozenten für Zoologie in Halle a./S.

Die Begattung derjenigen Dekapoden, die im männlichen Geschlecht einen Penis und im weiblichen ein Receptaculum seminis besitzen, ist bei einer Reihe von Arten von verschiedenen Seiten zuverlässig beobachtet, z. B. bei *Dromia*, *Maja* und *Carcinus*, dagegen wissen wir über diesen Vorgang bei den Makruren, die keinerlei Einrichtungen für eine innere Begattung aufweisen, nur sehr wenig. Die Begattung des Flusskrebses (*Astacus* oder den neuen Nomenclaturregeln nach *Potamobius* (!) *fluviatilis*) ist allerdings verschiedentlich beobachtet, aber in ihren Einzelheiten leider nur wenig genau geschildert. Am ausführlichsten berichtet darüber Chantran[1]), indem er sagt, dass das Männchen das Weibchen mittels seiner großen Scheere auf den Rücken wirft und dann den Inhalt seiner Vasa deferentia (Samen und Kittmasse) zuerst auf die äußeren Lamellen des Schwanzfächers ergießt, dann soll er das Weibchen unter sein Abdomen ziehen und seine Vasa deferentia zum zweiten Male entleeren und zwar so, dass die Samenmasse in die Umgebung der weiblichen Geschlechtsöffnungen gelangt. Das ist eigentlich alles, was über die Begattung der Makruren bekannt geworden ist.

Bei so geringer Kenntnis dieses Vorganges scheint mir jede einschlägige Beobachtung mitteilenswert, und es mögen daher die beiden von mir während des diesjährigen Winters in der hiesigen zoologischen Station studierten Fälle im Folgenden geschildert werden.

Der erste Fall betrifft *Galathea strigosa*. Am 10. Dezember fand ich frühmorgens in meinen Aquarien ein Pärchen dieses prächtig gefärbten Makruren in Copula. Das größere Männchen lag auf dem Rücken und hatte mit der linken Scheere die linke Scheerenhand des Weibchens gefasst und hielt das Weibchen genau über sich. Als Hilfs-

1) Compt. rend., Paris 1870, T. 71, p. 43 und 1872, T. 74, p. 201.

organ funktionierte hierbei das nächste Fußpaar, mit dem der vordere Teil des weiblichen Tieres in der Höhe der Augen umarmt wurde. Die Schwanzfächer, die für gewöhnlich ganz auf die Bauchseite niedergelegt sind, standen senkrecht zur Längsaxe und waren gegeneinander gepresst, die rudimentären Abdominalfüßchen des Weibchens waren in fortwährender Bewegung. Die eigentliche Thätigkeit des Männchens bestand nun darin, dass es mit dem fünften Beinpaar, den sogenannten Putzpfoten, unaufhörlich Spermatophoren aus den Löffeln, den beiden ersten Abdominalfußpaaren entnahm und sie in der Nähe der weiblichen Geschlechtsöffnung anklebte. Die Löffel ihrerseits holten ebenfalls ab und an neue Spermatophoren von der vor ihnen liegenden Geschlechtsöffnung.

Nach einer Stunde etwa trennte sich das Pärchen, und ich stellte durch genaue Untersuchung fest, dass das Weibchen eine beträchtliche Menge von Spermatophoren besonders in der näheren Umgebung der Geschlechtsöffnung, aber auch an den Abdominalfüßen aufwies. Diese saßen in größeren Massen auf einem gemeinsamen dem Vas deferens entstammenden Schlitten, der direkt auf dem Panzer oder an größeren oder kleineren Borsten befestigt war. Leider entging mir die Eiablage des so befruchteten Weibchens; etwa 4 Wochen darauf fand ich plötzlich unter dem Schwanz dieses Tieres eine große Menge von Eiern.

Der zweite Fall betrifft den bekannten Einsiedlerkrebs, *Eupagurus Prideauxii*. Im Januar und Februar sah ich wiederholt, dass zwei verschieden große *Eupagurus* zusammenhingen. Anfänglich meinte ich, das größere Individuum sei daran, dem kleineren den Garaus zu machen. Bald fiel es mir aber auf, dass das größere Tier stets mit der kleineren linken Scheere das andere festhielt und auch niemals die größere Scheere zu weiteren Attacken benutzte, das veranlasste mich, der Sache näher zu treten. Es stellte sich dann heraus, dass es stets Männchen und Weibchen war, die auf diese Weise zusammenhingen. Das Männchen fasst mit der linken Scheere stets das Tarsalglied des rechten zweiten Fußes des ♀. Ich habe mindestens 20 Mal derartig kopulierte Pärchen in meinen Aquarien gesehen, auch einige Male beobachtet, wie diese provisorische Copula für die Begattung benutzt wurde. Für gewöhnlich gebrauchte das Männchen in dieser Situation die größere rechte Scheere zur Fortbewegung, hier und da diente sie ihm auch, um ein in die Nähe kommendes anderes Männchen zu vertreiben, ein paar Mal hatte ich aber auch das Glück zu sehen, wie das Männchen mittels dieser Scheere das Weibchen umfasste und an sich heranzog, einmal sah ich sogar — leider saßen die Tiere etwas im Dunkeln — wie in dieser Stellung beide Individuen etwas aus der umhüllenden *Adamsia* herausragten und ihre beiden Paare von Putzpfoten lebhaft gegeneinander bewegten, sodass sich vermuten lässt,

dass durch diese Putzpfotenkette die Spermatophoren von der männlichen Geschlechtsöffnung aus in die Nähe der Ausmündungen des Oviducts gelangen[1]).

Diese Beobachtung scheint mir auch einiges Licht auf die häufig besprochene Asymmetrie der beiden Scheeren zu werfen, eine Eigentümlichkeit, die bei den Paguriden ganz besonders ausgeprägt ist. Die kleine Scheere, deren Muskulatur nur schwach entwickelt ist und deren Finger auch keine nennenswerte Bezahnung haben, ist sehr geeignet, das Weibchen in nächster Nähe des Männchens zu halten, und die kräftige rechte Scheere, die über das Weibchen hinausreicht, scheint wie gemacht, um einerseits als Waffe jeden Angriff auf eines der kopulierenden Individuen abzuwehren und um andererseits als Arm das Weibchen in die für das Ankleben der Spermatophoren geeignete Stellung zu bringen.

Mit dieser Art der Copulation harmoniert auch die Umbildung der letzten beiden Thorakalfußpaare und die Verkümmerung resp. das Verschwinden der ersten Abdominalfußpaare aufs beste. Die Krebse dürfen ihre Schale nicht verlassen, wenn sie sich nicht den größten Fährlichkeiten aussetzen wollen. Die Tiere müssten aber bei der Copulation ihre Abdomina einandern nähern, also aus den Schalen herauskommen, wenn sie ebenso organisiert wären, als beispielsweise *Galathea* oder *Astacus*, eine Verschiebung der bei der Begattung als Hilfsorgane funktionierenden Fußpaare nach vorne macht nun aber bei diesem Akte ein Verlassen der Schale unnötig. Ich glaube also nicht, dass die letzten Thorakalfüße in erster Linie zum Festhalten in dem Gehäuse dienen, wie verschiedentlich behauptet worden ist, sondern meine, dass sie die Funktion übernommen haben, die bei den meisten übrigen Makruren dem letzten Thorakalfußpaare und den beiden ersten Abdominalfußpaaren zukommen.

Wenn wir die Bildung der Scheerenfüße bei den Dekapoden in Bausch und Bogen einer Betrachtung unterziehen, so sehen wir, dass in außerordentlich vielen Fällen in beiden Geschlechtern oder nur im männlichen die eine oder beide Scheeren besondere Eigentümlichkeiten zeigen, die wahrscheinlich sämtlich als Sexualcharaktere aufzufassen sind. Genauer beschrieben sind die einzelnen Scheerenfüße allerdings noch nicht, wie ja überhaupt die eingehendere Beschreibung des äußeren Baues der größeren Krebse im Vergleich zu den aufs genaueste studierten mikroskopischen Formen sehr viel zu wünschen übrig lässt. Noch viel mehr im Argen liegen aber die biologischen Beobachtungen und es ist auch wenig Aussicht vorhanden, dass sich die Zoologen in nächster Zeit daran machen, derartige Studien in

1) Nachträglich kann ich hinzufügen, dass die Spermatophoren niemals an das ♀ selber, sondern stets an die Innenwand des Schneckenhauses geklebt werden.

größerem Maßstabe zu beginnen, obwohl in unseren vorzüglich eingerichteten zoologischen Stationen die beste Gelegenheit dazu geboten wird: derartige systematisch angestellte Beobachtungen kosten vor allem eine außerordentliche Menge von Zeit, und die fehlt in unserer schnelllebigen Zeit dem Forscher leider nur allzuhäufig.

So ist denn nur ganz wenig thatsächliches über die Scheerenfüße publiziert. Paul Mayer[1]) beschreibt beim Männchen von *Heterograpsus Lucasii* an der Innenseite der Scheeren eine Schwiele, von der er vermutet, dass sie bei der Begattung irgendwelche Verwendung findet. Alcock[2]) hat eine Beobachtung gemacht, derzufolge das Männchen von *Gelasimus annulipes* seine ganz außerordentlich vergrößerte und lebhaft gefärbte Scheere dazu benutzt, einerseits das Weibchen zu locken, andererseits seine Rivalen zu bekämpfen.

Eine geringere Asymmetrie der Scheeren ist bei einer ganzen Reihe von Formen bekannt geworden, am genauesten untersucht ist sie wohl beim Hummer (*Homarus* oder den neuen Nomenclaturregeln nach *Astacus* (!) *vulgaris*). Francis Hobart Herrick[3]) hat uns in seinem erst kürzlich erschienenen Werke über den amerikanischen Hummer eine Reihe vorzüglicher photographischer Abbildungen mitgeteilt, die diese Asymmetrie aufs beste zeigen. Er weist auch darauf hin (p. 143), dass es keine zufällige Variation sei, wenn beim einen Individuum die rechte Scheere, beim anderen die linke die größere sei: eine Beobachtung an *Alpheus*-Brut lässt ihn schließen, dass sämtliche Individuen einer Brut die gleiche Asymmetrie aufweisen.

Auch bei *Galathea* scheint mir eine gewisse Asymmetrie vorhanden zu sein, auf die meines Wissens noch nirgends hingewiesen ist. Ich finde an meinen Exemplaren von *Galathea strigosa* an der Innenseite des Klauengliedes, des sogenannten Daumens, zuweilen einen kräftigen Zahn, der durch seinen hellen Schmelz aus den dunklen, die Schneide verdeckenden Borsten deutlich hervorleuchtet. Dieser Zahn kann an der linken oder an der rechten Scheere vorkommen, ja auch an beiden gleichzeitig, aber stets war er dann auf der einen Seite stärker entwickelt und hatte ein helleres Aussehen. Weitere Untersuchungen an dieser Art und auch an anderen Formen müssen lehren, ob hier wirklich Eigentümlichkeiten im Scheerenbau vorliegen, die im Dienste der sexuellen Thätigkeit stehen.

Zum Schlusse möchte ich noch die Frage streifen, auf welche Weise die Spermatozoen mit den Eiern in direkte Berührung kommen und ins Ei eindringen. Wir wissen, dass bei allen denjenigen Formen, die einen Penis haben, die Spermatozoen in den Oviduct eingeführt werden und voraussichtlich hier die Eier befruchten. G. Cano, dem

1) Carcinologische Mitteilungen. Mitt. d. zool. Station zu Neapel, 1879, Bd. I, p. 51.

2) Ann. Mag. N. H. (6) Vol. 10, p. 336 u. 415.

3) The american Lobster. Washington 1895.

wir eine Reihe von interessanten Beobachtungen auf diesem Gebiete verdanken, hat auch in einem Falle die Spermatozoen in lebhafter Bewegung innerhalb des Oviducts resp. im Receptaculum seminis gesehen[1]), ein Umstand, der mir sehr wichtig zu sein scheint, da die Beweglichkeit der Dekapoden Spermatozoen außerdem nicht mit Sicherheit festgestellt ist, und der dafür spricht, dass sich die Samenkörper in einem aktiveren Zustande befanden und vielleicht gerade im Begriffe waren, in die Eier einzudringen.

Wie aber geht die Befruchtung der Eier bei denjenigen Weibchen vor sich, die den Samen in geschlossenen Spermatophoren in der Nähe der Geschlechtsöffnungen oder auf der Unterseite des Schwanzfächers mit sich herumtragen? Es giebt eine Reihe von einwandsfreien Beobachtungen, die darauf schließen lassen, dass die Spermatophoren durch ein aus Drüsen der weiblichen Bauchseite stammendes Sekret während der Eiablage geöffnet werden. Schon von Chantran und Grobben wurden freie Spermatozoen bei *Astacus* zwischen den frisch abgelegten Eiern gefunden, ich habe eine Anzahl freier Samenkörper zwischen den verkümmerten Abdominalfüßen eines weiblichen *Eupagurus Prid.* beobachtet, der gerade mit der Eiablage begonnen hatte. Einer zu starken Verdünnung durch Meerwasser oder einer zu schnellen Fortspülung wird dadurch gesteuert, dass das Sekret und die Spermatozoen in eine Art Kammer ergossen werden, welche das Abdomen durch starke Einwärtskrümmung regelmäßig zu bilden scheint.

Schon Paul Mayer hat nun aber in seiner Arbeit über *Eupagurus Prideauxii*[2]) darauf hingewiesen, dass die Eier beim Verlassen des Oviducts eine aus Chitin bestehende, festere Schale besitzen, an der sich nirgends eine Mikropyle nachweisen lässt. Wie kommen nun die Spermatozoen durch diese Schale ins Ei? Wie besonders diejenigen, welche wie die *Astacus*-Spermatozoen gar keinen spitzen Kopfteil besitzen, sondern fast kugelrund und von beträchtlicher Größe sind? Ich vermute, dass diese Samenkörper im Moment der Berührung eines unbefruchteten Eies noch eine Umwandlung durchmachen, die darin besteht, dass sich ein mehr oder weniger spitzer Teil des Vorderendes der Spermien, der sogenannte Klöpfel, die „tigelle" der französisch schreibenden Autoren, ausstülpt und so die Wandung des Eies, die im Moment der Eiablage vielleicht noch etwas nachgiebig ist, durchbohrt. Ich habe für diese Ansicht meine Gründe, die ich in einer größeren Abhandlung über Dekapoden-Spermatogenese nächstens auseinander setzen werde. [46]

Napoli, Stazione zoologica, 21. Febr. 1897.

1) Sviluppo dei Dromeidei, Mem. estr. dal Vol. VI, Ser. 2a, Nr. 2, degli Atti della R. Acc. delle Sc. fis. e mat. di Napoli, 1893.

2) Zur Entwicklungsgeschichte der Dekapoden. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften, XI. Bd., 1877.

A. Möller, Protobasidiomyceten.

Botan. Mitteil. aus den Tropen herausgeg. von A. F. W. Schimper. Heft VIII. Jena 1895. G. Fischer.

Schon in zwei vorhergehenden Veröffentlichungen hat uns der Verf. einen Teil der interessanten Resultate seiner Forschungen in Südbrasilien bekannt gegeben, in dem vorliegenden Bande versucht er uns die Entwicklung und den morphologischen Aufbau einer Pilzabteilung zu schildern, die durch Brefeld's Untersuchungen zwar für unsere Zonen relativ gut bekannt war, von deren Formenmannigfaltigkeit in den Tropen man aber bisher keine Ahnung hatte.

Bekanntlich hat Brefeld zuerst auf den fundamentalen Unterschied hingewiesen, der bei den Basidiomyceten in dem Vorhandensein geteilter und ungeteilter Basidien liegt. Die Pilze mit ersteren Fortpflanzungsorganen fasste er unter dem Namen Protobasidiomyceten zusammen, indem er gleichzeitig die Auricularieen mit horizontal geteilten und die Tremellinen mit über Kreuz geteilten Basidien unterschied. Von diesen grundlegenden Untersuchungen ausgehend teilt nun Möller die Formen des brasilianischen Urwaldes weiter ein und weist im einzelnen eine Differenzierung der Fruchtkörper nach, wie wir sie bei den höheren Basidiomyceten mit ungeteilten Basidien bereits kennen.

Ohne auf Einzelheiten einzugehen, soll hier nur der Gang der Differenzierung in großen Zügen betrachtet werden. Die Reihe der Auricularieen besitzt Basidien, welche durch 3 Horizontalwände in 4 übereinander stehende Zelleu geteilt werden, von denen jede eine Basidiospore produziert. Die niedrigst stehende Familie ist die der Auriculariaceen; die erste Gruppe die der Stypinelleen. Bei diesen ist noch kein bestimmt differenzierter Fruchtkörper vorhanden, sondern die Basidien entstehen regellos an dem lockeren Hyphengeflecht. *Stypinella* bildet die Basidien als unmittelbare Fortsetzung der Mycelhyphen. Dagegen tritt bei *Saccoblastia* dadurch eine Komplizierung ein, dass die Tragzelle zuerst einen sackartigen Reservestoffbehälter bildet, der sich allmählich mit dem Fortschreiten der Ausbildung der Basidie leert. — Bei der zweiten Gruppe den Platygloeen, treten die Basidien bereits zu einem kompakten, nach Art der Thelephoreen gestalteten, glatten Hymenium zusammen. Einen deutlichen Uebergang von den ungeordneten Basidien zum gleichmäßigen Hymenium zeigt *Jola*. Hier bilden die Fruchtkörper weiche Krusten von unbestimmter Gestalt, bei denen die Basidien noch nicht alle auf gleicher Höhe stehen. Dagegen besitzt *Platygloea* bereits ein völlig ausgebildetes Hymenium, wenn auch die Fruchtkörper noch nicht zu bestimmter Form differenziert sind. — Die Auricularieen zeigen der vorigen Gruppe gegenüber eine höhere Stufe. Die Fruchtkörper stehen bereits von der Unterlage ab und bilden das Hymenium nur auf einer Seite aus. Dabei kann die Fläche des Hymeniums glatt oder wabig oder fast polyporeenartig gestaltet sein. Hierzu gehört nur *Auricularia* mit der bekannten Art *A. Auricula Judae*, dem Judasohr.

Die 2. Familie ist die der Uredinaceen, deren Organisation im Buche als bekannt vorausgesetzt wird. Sie unterscheidet sich durch die Einschiebung eines Chlamydosporenstadiums vor der Basidienbildung (Andeutung davon bei *Saccoblastia*) und durch den Reichtum an Nebenfruchtformen von den übrigen.

Die 3. Familie bilden die Pilacraceen. Hier umkleiden die Ba-

sidien ein Köpfchen und sind selbst wieder durch sterile Fäden geschützt. Es begegnet uns hier also der angiocarpe Typus. Die beiden Gattungen *Pilacrella* und *Pilacre* sind durch Möller's und Brefeld's Untersuchungen jetzt ausreichend bekannt; letztere Gattung war es, die zuerst den morphologischen Wert der Basidie lehrte. An *Pilacrella* kannte Möller ebenfalls mit wünschenswerter Deutlichkeit den Ursprung der Basidie aus der zugehörigen Conidienform nachweisen.

Einen Uebergang zu der Reihe der Tremellinen bilden nun die Sirobasidiaceen. Während bei den Auriculariaceen die Basidie in die Teilzellen durch Horizontalwände zerfiel, wird hier die Basidienzelle durch eine etwas schief stehende Wand in 2 Teilzellen zerlegt. Dabei bilden die Basidien Ketten, die acrogen eine Zeit lang immer neue Basidien entwickeln. Die einzige Gattung ist *Sirobasidium*.

Die Reihe der Tremellinen zeichnet sich durch typisch über Kreuz in 4 Zellen geteilte Basidien aus. Bei der Familie der Tremellaceen ist der Gang der morphologischen Differenzierung der Fruchtkörper ein ganz ähnlicher wie bei den Auriculariceen. Die Gruppe der Stypelleen entspricht den Stypinelleen mit noch nicht differenziertem Hymenium (Gatt. *Stypella*). Die Exidiopsideen entsprechen den Platygloeen. Von den beiden Gattungen *Heterochaete* und *Exidiopsis* umgreift die erstere nur diejenigen Formen, bei denen bisher die Conidienbildung noch nicht beobachtet wurde; sie wird deshalb allmählich in *Exidiopsis* verschwinden. Die Gruppe der Tremelleen entspricht ungefähr den Auricularieen. Die beiden Gattungen *Tremella* und *Exidia* unterscheiden sich nur durch die zugehörigen Conidien, indem erstere Hefeconidien, letztere Häkchenconidien besitzt. Zu einer höheren Ausbildung des Hymeniums kommt es bei den Protopolyporeen mit der Gattung *Protomerulius*. Diese zeigt ganz das Meruliushymenium nur mit den charakteristischen 4teiligen Basidien. Endlich finden sich auch Formen, bei denen das Hymenium auf Stacheln sitzt, Protohydaeen mit *Protohydnum* und *Tremellodon*.

Den angiocarpen Typus, entsprechend den Pilacraceen, repräsentiert endlich die Familie der Hyaloriaceen mit *Hyaloria*.

Dieser kurze Ueberblick über den Aufbau der Gruppe der Protobasidiomyceten dürfte gezeigt haben, dass sie in Bezug auf die Ausbildung der Fruchtkörper und Formenmannigfaltigkeit den Autobasidiomyceten ebenbürtig zur Seite steht. Spätere Forschungen werden sicher noch mehr Material nach dieser Richtung zu Tage fördern.

Was das Buch nun ganz besonders anziehend macht, das ist neben der Klarheit der Darstellung die bis zum letzten Detail durchgeführte Untersuchung einzelner besonders interessanter Formen. Es sei auf die Darstellung von *Pilacrella*, *Jola* etc. verwiesen.

Auf die Kultur der Nebenfruchtformen und ihre Verwertung für morphologische Gesichtspunkte ist ganz besonders Mühe verwendet worden. Hier ist vieles neu, vieles bestätigt und erweitert die älteren Brefeld'schen Untersuchungen. Hingewiesen sei endlich noch auf die Tafeln, von denen ein Teil die interessanten Formen in vorzüglicher photographischer Reproduktion zeigt, der andere dagegen die mikroskopischen Einzelheiten zur Darstellung bringt. **Lindau** (Berlin). [38]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. Mai 1897.** **Nr. 10.**

Inhalt: **Przesmycki**, Ueber die intra-vitale Färbung des Kerns und des Protoplasmas (Schluss). — **Frenzel**, Zur Planktonmethodik. — **Birge**, The Vertical Distribution of the Limnetic Crustacea of lake Mendota. — **Thaxter**, Contribution towards a Monograph of the Laboulbeniaceae. — **Ternier**, Die Kriechtiere Deutsch-Ostafrikas. — **Henking**, Die deutsche Seefischerei auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung. — **Fol**, Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie mit Einschluss der vergleichenden Histologie und Histogenie. — **Schultze**, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere.

Ueber die intra-vitale Färbung des Kerns und des Protoplasmas.

Von **Adam Marian Przesmycki.**

(Schluss.)

β) Ueber andere Färbungserscheinungen, welche durch die oben genannten Farbstoffe in einigen lebenden Organismen hervorgerufen worden sind.

Der Wichtigkeit dieser Färbungserscheinungen, ihrem Charakter und Vorkommen nach trenne ich sie in folgende drei Gruppen:

I. Färbungserscheinungen, welche im Protoplasma der einzelligen Organismen zu Tage traten.

II. Färbungserscheinungen, welche in den Metazoa zum Vorschein kamen.

III. Gesondert werde ich die Färbungserscheinungen besprechen, welche zur Entdeckung neuer bis jetzt nicht bekannter Einzelheiten im Bau mancher Organismen führen.

I. Gruppe.

Diese Gruppe umfasst verschiedene Arten der Zellgranulationen, welche mittelst aller von mir angewendeten Farbstoffe auf ähnliche Weise dargestellt werden können. Auf genauere Beschreibung dieser Zellgranulationen will ich jetzt nicht eingehen. Ich möchte hier nur erwähnen, dass sie denjenigen durchaus ähneln, welche ich schon früher mit Methylenblau bei den Ciliata erzielte[1]).

1) M. Przesmycki, Ueber die Zellkörnchen bei den Protozoen. Biolog. Centralbl., Bd. 14, Nr. 17.

Ich beschränke mich vorläufig nur auf nähere Beschreibung der Färbungserscheinungen bei

Actinosphaerium Eich.

Mittelst der in dem methodischen Teile genannten Farbstoffe lassen sich bei diesem Protozoon Protoplasmakörnchen, sowie deren Strömung, in gefärbtem Zustande während einiger Tage bedeutend deutlicher verfolgen und bei der elektrischen Projektion viel besser demonstrieren, als es in ungefärbtem Zustande überhaupt möglich wäre.

Der Unterschied zwischen der Mark- und Rindensubstanz tritt, dank der Färbung der Protoplasmakörnchen, auch deutlich hervor.

Die Protoplasmakörnchen stellen sich bei schwacher Vergrößerung[1]), was die Größe und Färbung anbetrifft, ziemlich gleich dar. Bei stärkerer Vergrößerung[2]) dagegen konnte man folgendes unterscheiden:

1. dass die Protoplasmakörnchen der Größe nach verschieden sind, dass es 2 Arten derselben giebt,

2. dass sie, je nach der Größe, auch einen Unterschied in der Intensität der Farbe zeigten.

Mit dem Neutralrot färbten sich die Protoplasmakörnchen intensiv rot, mit den blauen Farbstoffen — intensiv blau.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten der Protoplasmakörnchen kommen auffallend prägnant nach der Behandlung des Actinosphaeriums mit einem modifizierten Neutralrot zum Vorschein.

Es erscheinen in diesem Versuche eigentlich 3 Arten von Körnchen:

1. die größten; hauptsächlich ovale, blass-rosa gefärbten Körnchen;

2. bedeutend kleiner; hauptsächlich rundliche, dunkel-violett gefärbte Körnchen;

3. die kleinsten; sehr kleine, feine Pünktchen, mit wenig deutlicher Färbung.

Die beiden ersten Arten befanden sich in ziemlich lebhafter Bewegung: sie durchströmten die Protoplasmawege. Die Arten der Bewegung waren bei den 2 ersteren Arten der Körnchen verschieden: während die ersteren sich immer in der Richtung nach vorne bewegten, ohne irgend eine andere Bewegung dabei auszuführen, übten die zweiten von Zeit zur Zeit eine vibratile Bewegung aus, welche sehr an die Bewegung mancher Bakterien erinnerte, außerdem bewegten sich die ersteren etwas langsamer, als die zweiten. Die Protoplasmakörnchen der 2. Art kamen auch zu 2 mit einander verbunden, was an ein Teilungsstadium anklingt. Dieses, sowie die Art der Bewegung veranlassen mich zu vermuten, dass es keine Protoplasmakörnchen, sondern wirkliche Bakterien waren, — eine Vermutung, welche der Umstand,

1) Objective: 4, 8a, Ocul. Nr. 2, Reichert.

2) Semi-apochromat $^1/_{12}$, Ocul. Nr. 2, 4 und Kompensationsocular Nr. 12 Reichert.

dass in dem Glas, wo die Actinosphaerien kultiviert waren, sich Bakterien in großen Massen entwickelt haben, bestätigt. Dies bedarf aber noch weiterer Untersuchung.

Das modifizierte Neutralrot erweist sich aber für die Untersuchung des *Actinosphaeriums* Eich. bedeutend günstiger und zwar insofern, als: 1. die Protoplasmakörnchen mit allen ihren Unterschieden bedeutend deutlicher zum Vorschein kommen,

2. dieser Farbstoff die Tierchen weniger als die anderen Farbstoffe zu schädigen scheint.

Bemerkenswert ist auch die Einwirkung eines anderen modifizierten Neutralrots, der modifizierten blauen Farbstoffe und von diesen besonders des modifizierten Nilblau-Chlorhydrats.

In diesen Farbstoffen bleiben die gefärbten Tiere bedeutend länger am Leben, als in den nicht modifizierten. Die ersteren also scheinen weniger schädlich zu sein, als die letzteren. Was das modifizierte Nilblau-Chlorhydrat anlangt, so ist seine eigentümliche Einwirkung besonders hervorzuheben, nämlich: die Tierchen vermehren sich darin, wenn man sie mit Nahrung versieht, anfangs lebhaft und nachher, nach Verlauf 10, 12 Tage, seit Anfang des Versuches, wenn man sie hungern läßt, encystieren sie sich. Der Prozess der Encystierung scheint hier ebenso wie in ungefärbtem Zustande zu verlaufen. Was die Färbung der Cysten betrifft, so bleibt die äußere Umhüllung der Cyste ganz farblos und durchsichtig, gefärbt erscheint nur der innere Teil. In jedem Versuch konnte man die Bildung der Tochtercysten wahrnehmen.

II. Gruppe.

Bei Metazoen dringen die Farbstoffe meistenteils zunächst in den Darm, differenzieren sich in demselben, dann in die Geschlechtsorgane.

Das sind die Färbungserscheinungen, welche sich fast bei allen der Untersuchung unterworfenen Vertretern der Metazoa wiederholt haben. Außerdem treten noch bei verschiedenen Arten der untersuchten Tierchen verschiedene sporadische Färbungen in anderen Organen oder einzelnen Zellen zu Tage.

Callidina symbiotica.

Bei diesem Rotator tritt gewöhnlich nach Behandlung mit Neutralrot zunächst eine Färbung im Mitteldarm hervor; letzterer stellt sich uns in Gestalt eines kompakt-körnigen, breiten und kurzen, intensiv rot-gefärbten Schlauches dar. Ein modifiziertes Neutralrot giebt in diesem Falle bedeutend wichtigere Resultate, worauf ich in der letzten Gruppe der Färbungserscheinungen näher zu sprechen komme. Hier möchte ich nur erwähnen, dass man dank der Einwirkung dieses Farbstoffs den feineren Bau des Mitteldarms genauer kennen lernt, indem man

die Struktur der oberflächlich gelegenen Zellschicht deutlich wahrnehmen kann.

Bei Behandlung mit Neutralrot wurde ferner im Enddarm die dunkel-rote Färbung der Zellkerne und dann eine Färbung im Keimstock, Eierstock und in den Eiern beobachtet. Was die Färbung der Geschlechtsorgane anbetrifft, so deuten die bis jetzt ausgeführten Untersuchungen nur auf eine Granula-Färbung hin. Die Färbung der Eikerne wurde schon in dem I. Teil besprochen.

Beim Uebertragen in frisches farbloses Wasser entfärbten sich die gefärbten Teile bei *Callidina* allmählich.

Cyclops.

Bei *Cyclops* wurde die Färbung im Chylusdarm oder Magen [Claus[1])] und Enddarm besonders gut sichtbar. Ich glaube in beiden Teilen die zweierlei Zellelemente derselben: die „Leberzellen" (Claus) und die „Harnzellen" (Claus) mit den „Konkrementen" (Claus) gefärbt in verschiedenen Uebergangstönen von den Farben der Farbstoffe zu anderen beobachtet zu haben. Im Ganzen bekam ich den Eindruck eines längsgestreckten, mit rundlichen, blasigen, mehr oder weniger durchsichtigen Elementen gefüllten Schlauchs, welcher mit Neutralrot eine ins Orange, mit Nilblau ins Violette übergehende Farbe annahm. Diese Veränderung der Farben würde auf eine alkalische Reaktion des Darmes bei *Cyclops* deuten. Die Beobachtung bedarf aber noch einer näheren Untersuchung.

Was die Färbung der Geschlechtsorgane bei *Cyclops* anlangt, so konnte ich bis jetzt nur das Eindringen der Farbstoffe in die weiblichen Geschlechtsorgane sicher konstatieren: ins Ovarium und in die Eiersäckchen. Das Neutralrot verursachte eine, ähnlich wie bei *Daphnia*, undurchsichtige, dunkle Bordeauxrot-Färbung im Ovarium und dieselbe, nur etwas heller, in den Eiersäckchen. Das Nilblau rief nur in den Eiersäckchen eine intensive blaue Färbung hervor. In beiden Fällen wurde von mir bei stärkerer Vergrößerung[2]) folgendes Bild beobachtet: nahe den Rändern der Eier kamen sehr kleine, feine, dagegen der Mitte des Eies zu gröbere, intensiv rot oder blau, mit manchen Uebergangstönen gefärbte Körnchen zum Vorschein.

Bei *Cyclops* färbten sich außerdem noch, sowohl mit Neutralrot, als auch mit den blauen Farbstoffen große, nicht ganz regelmäßig geformte, meistens ovale Körper sehr intensiv rosa oder intensiv blau. Sie sahen homogen und stark lichtbrechend aus und fanden sich in ziemlich großen Abständen von einander unter der Cuticula flächenhaft zerstreut. Sehr ähnliche Körper kamen auch im Abdomen in 2 Reihen, zu 3 oder 4 jederseits angeordnet, zum Vorschein. Die zu-

1) C. Claus, Die freilebenden Copepoden. Leipzig 1863.

2) Objectiv: 8a, Ocul.: Nr. 2, 4 Reichert.

letzt beschriebenen Körper aber schienen hier etwas tiefer als die ersteren zu liegen. Ich sehe noch vorläufig von der näheren Erörterung der Bedeutung dieser Körper ab. Außer den beschriebenen Körpern zeigen sich noch bei längerer Einwirkung von Farbstoffen ganz kleine Körnchen in den Extremitäten und etwas größere an den Umbiegungsstellen derselben. Die ersteren stellten sich recht undurchsichtig dar. Mit den blauen Farbstoffen färbten sie sich intensiv blau, mit Neutralrot intensiv rosa.

Daphnia.

Auffallend ist die Aenderung der Farbe im Darm der *Daphnia.* Oft schon am folgenden Tage des Färbungsprozesses, zuweilen aber später, konnte man die Beobachtung machen, dass in dem vorderen bedeutend größeren Teil des Darmes [Magendarm-Eylmann[1])] die dort enthaltene Flüssigkeit mit Neutralrot ins Erdbeeren-Orange, mit den blauen Farbstoffen ins Malachit-Grüne gefärbt wird; in dem übrigen Teil des Darmes (Mastdarm-Eylmann) wird die Färbung differenziert und in gewissen Zelllagen in Form von Granulationen wahrnehmbar, wobei die eigentliche Farbe der angewendeten Farbstoffe fast unverändert bleibt. Der einzige Unterschied kann vielleicht nur darin liegen, dass die Farbe derselben etwas abgeschwächt zum Vorschein kommt. Die Membran des Darmes zeigt zuweilen eine gelbliche Färbung.

In den Geschlechtsorganen der *Daphnia* erscheint die Färbung zunächst in der Keimstätte, Ovar, Eierstock, dann im Brutraum in den Eiern und Embroynen. Anfangs erscheinen alle diese Organe kompakt und undurchsichtig, mit Neutralot dunkel-bordeaux, mit den blauen Farbstoffen dunkel-grün gefärbt. Erst nach Verlauf einer Zeit, zwar auch nicht immer, konnte ich eine Art weiterer Differenzierung beobachten, indem diese Organe durchsichtiger wurden und eine gewisse Struktur zeigten.

Es fragt sich, inwiefern waren die gefärbten Eier und Embryonen bei *Daphnia* und die Eier bei *Cyclops* lebendig?

Obwohl ich einigemal dieselben während 2, 3 Tage beobachtet habe und den äußeren Merkmalen nach sie für lebendig zu erklären geneigt wäre, behalte ich mir doch vor, eine Meinung darüber von mehr entscheidender Natur erst in der ausführlichen Abhandlung aussprechen zu dürfen.

Von den anderen Färbungserscheinungen bei *Daphnia* sei zunächst die Färbung der Schalendrüse erwähnt. Nach Behandlung sowohl mit Neutralrot, als auch mit den blauen Farbstoffen kamen in dieser recht zahlreiche, sich intensiv rot oder blau färbende Körnchen zum Vorschein; sonst erschien der Körper der Schalendrüse entweder nur

1) Ed. Eylmann, Beitrag zur Systematik der europäischen Daphniden.

schwach rosa gefärbt (Neutralrot) oder ganz farblos (die blauen Farbstoffe). In den Extremitäten der *Daphnia* waren auch die schon bei *Cyclops* beschriebenen Körnchen wahrnehmbar.

Bei *Daphnia* und *Cyclops* wurde nach dem Tode die Entfärbung der intra vitam gefärbten Teile beobachtet. Diese Entfärbung wurde auch an lebenden Tierchen beobachtet, nachdem sie in frisches, Farbstoffe nicht enthaltendes Wasser übergetragen waren.

Hirudineen.

Clepsine.

Noch auffallender erscheint der Farbenwechsel im Darm bei *Clepsine*. Für diese Untersuchung brauchte ich sehr junge Individuen. Nach Behandlung eines Individuums mit Neutralrot zeigten schon am folgenden Tage verschiedene Teile des Darmes ganz verschiedene Färbungsverhältnisse.

Im Pharynx [Leuckart[1])] tritt die Färbung am stärksten hervor. Die Färbung besitzt hier einen stark purpurroten Ton. Im nächst anliegenden Teil des Darmes (Chylusmagen-Leuckart) erscheint eine schwächere purpurrote (mit einem leichten Stich ins Blaue) Färbung; in dem weiteren Teile (Enddarm-Leuckart) mischt sich die ursprüngliche rote Farbe mit einem starken gelben Ton; schließlich im terminalen Endstück des Darmes (Mastdarm-Leuckart) kommt wieder die Färbung des Chylusmagens zum Vorschein. Diese Farbenwechsel deuten darauf, dass in verschiedenen Teilen des Darmes verschiedene chemische Reaktionen vorgehen; sie deuten ferner auf verschiedene spezifische Beschaffenheit und physiologische Funktion der Darmteile bei *Clepsine*.

Die Reaktion des Enddarms kann sicher als eine alkalische bezeichnet werden, weil nur Alkalien die eigentliche Farbe des Neutralrots auf solche Weise ändern. Was die Reaktionen der anderen Teile betrifft, so bin ich geneigt, sie als saure Reaktionen zu betrachten.

Um aber die Natur dieser Reaktionen sicher bestimmen zu können, bedarf man noch weiterer Experimente am Tier selbst.

Aehnliche Verhältnisse im Darm der *Clepsine* sind neulich von A. Kowalewsky beschrieben. Sie wurden bei *Clepsine complanata* durch die Injektion mit „tournesol bleu“ hervorgerufen.

Nach den Untersuchungen Kowalewsky's werden der Chylusmagen und Mastdarm blass-rosa, der Enddarm blau gefärbt. Die Reaktion im Chylusmagen und Mastdarm bezeichnet dieser Forscher als eine saure, die des Enddarms als eine alkalische. Diese Verschiedenheit der Reaktionen erklärt Kowalewsky auf folgende Weise:

„Cette différente réaction chimique des deux parties de l'intestin où se passe la digestion et l'absorption des éléments nutritifs nous

1) R. Leuckart, Die Parasiten des Menschen etc., Bd. I, Liefg. 5, 1894.

rapelle ce que nous voyons chez les mammiferes: dans l'estomac nous avons une réaction acide, dans l'intestin une réaction alcaline due aux diverses substances sécrétées par les parois de ces parties du canal intestinal ou par les glandes annexes" [1]).

Nephelis.

Bei dieser Art des Blutegels färbten sich neben dem Darm, in dem bis jetzt keine solche Differenzierung der Teile, wie bei *Clepsine*, beobachtet wurde, die bothryoiden Zellen stark bordeaux-rot und die Epidermiszellen; in diesen letzteren wurden die rot-gefärbten Granulationen sichtbar.

Nach dem Tode oder beim Uebertragen in frisches, farbloses Wasser entfärbten sich die gefärbten Tiere allmählich.

Chaetogaster.

Aehnliche Verhältnisse, wie bei der Darmfärbung bei *Clepsine*, sind auch bei *Chaetogaster*, sowohl beim *Ch. diaphanus*, als auch beim *Ch. diastrophus* wahrzunehmen.

Indem die in der vorderen Anschwellung des Magendarms befindliche Flüssigkeit sich himbeeren-rot färbt und stark blaustichig wird, behält die hintere in ihren Bestandteilen die eigentliche Farbe des Neutralrots. Beim *Ch. diastrophus* habe ich auch Gelegenheit gehabt, das Verschwinden dieser Färbung in der vorderen Anschwellung des Magendarms zu konstatieren. Diese Erscheinung spricht allerdings dafür, dass die betreffende Reaktion ihr Ende erreicht hatte; die Darmflüssigkeit wurde dann entweder sehr schwach-rosa (blaustichig) gefärbt oder von Neuem vollkommen farblos.

Im Bereiche der zweiten Anschwellung des Magendarms war immer die Färbung der Chloragendrüsen — der modifizierten Peritonealzellen (Vejdovsky)[2]) wahrzunehmen; sie waren intensiv rot gefärbt.

Bei den beiden Arten des *Chaetogasters* tritt endlich das Neutralrot in den Peritonealzellen und in den Epithelzellen der Haut auf. In den letzteren kamen feinere Granulationen zum Vorschein.

Die gefärbten Teile in den Individuen des *Chaetogasters* entfärbten sich nach dem Tode und auch während ihres Lebens, nachdem sie in frisches, keinen Farbstoff enthaltendes Wasser übertragen waren.

Schon aus diesen zwar nur vorläufig und deswegen ungenügend dargestellten Beobachtungen kann man ersehen, dass dieselben nicht nur die bis jetzt bekannten Angaben über die Wichtigkeit der intravitalen Färbung bestätigen, sondern vielmehr weiter gehen, indem sie

1) Al. Kowalewsky, Études biologique sur les Clepsines, p. 2. Mém. de l'Academie Impér. des sciences de St. Petersbourg.

2) T. Vejdovsky, System und Morphologie der Oligochaeten, 1884, Prag.

auf eine vielseitigere Wirkung der von mir angewendeten Farbstoffe hinweisen. Diese Wirkung kann ebensowohl für die anatomisch-histologischen Untersuchungen mit Berücksichtigung der physiologischen Seite, als auch für die rein demonstrative Zwecke von großer Bedeutung sein.

III. Gruppe.

Wie es schon erwähnt wurde, bin ich durch die Färbungserscheinungen dieser Gruppe auf einige nicht bekannte histologische Einzelheiten im Körperbau mancher Tiere aufmerksam geworden, welche man mittelst anderer Methoden bis jetzt nicht sichtbar machen konnte.

I. Bei *Chaetogaster diastrophus* wird mit Neutralrot ein eigentümliches, die vordere Anschwellung des Magendarmes umgreifendes Netz zum Vorschein gebracht. Die Maschen dieses Netzes stellen polygonale Gestalten dar und ihre Grenzen kommen als kontinuierliche Reihen größerer und kleinerer, regelmäßig runder, intensiv violett gefärbter Körnchen zum Vorschein.

Bei genauer Untersuchung[1]) konnte man Folgendes unterscheiden:

1. dass diese Körnchen nicht dicht aneinander stoßen, sondern dass es zwischen ihnen verschieden große freie Abstände giebt;

2. dass diese Reihen von Körnchen einigermaßen von 2 hyalinen Linien umgrenzt sind.

Die Waben stellten sich hyalin und farblos oder gefärbt dar, wenn die Darmflüssigkeit gefärbt wurde, und enthielten größere rosa (Erdbeeren-rosa) gefärbte und bedeutend kleinere, ungefärbte Kügelchen. Die ersteren erinnerten an Fetttröpfchen.

Die geschilderte Beobachtung ruft folgende Fragen hervor:

1. was könnten die körnig beschaffenen Maschen für eine morphologische Bedeutung haben?

2. was für eine physiologische Rolle könnte diesen Körnchen zukommen und wodurch wird der Wechsel der Farbentöne in denselben verursacht?

3. was für Bedeutung könnte die Thatsache haben, dass nur die vordere Anschwellung des Magendarms ein solches Netz zeigt?

Nicht alle von diesen Fragen lassen sich den bis jetzt ausgeführten Untersuchungen nach beantworten.

Die körnig beschaffenen Maschen des Netzes halte ich für Grenzen riesiger platten Zellen des Darmepithels und demgemäß das ganze Netz für ein Komplex solcher Zellen.

Diese Annahme unterstützt das Bild, welches man bei einem zuerst am Leben untersuchten Individuum von *Ch. diastrophus* nach Fixierung mit konzentriertem Sublimat und Färbung mit Boraxkarmin bekommen

1) Semi-apochromat $^1/_{12}$, Ocul. Nr. 4, Compensationsocular 12, Reichert.

hat: man konnte dann das während des Lebens des Tieres sich färbende Netz nicht mehr bemerken, sondern man sah in großen Abständen, entsprechend den Abständen zwischen den Mittelpunkten der Waben des Netzes gelegene, große, rundlich-ovale, nicht strukturlose Kerne. Diese Kerne stellen wahrscheinlich die Kerne der beschriebenen Zellen vor.

Der Wechsel des Farbetons in den Körnchen der Maschen mag auf eine saure Reaktion derselben zurückgeführt werden.

Das Vorhandensein des beschriebenen Netzes nur auf der vorderen Anschwellung des Magendarmes und somit die verschiedene anatomische Beschaffenheit der Darm-Abteilungen müssen offenbar mit verschiedenen Funktionen derselben im Zusammenhang stehen.

II. Durch Anwendung des schon früher erwähnten modifizierten Neutralrots wird die eigentliche Beschaffenheit des Mitteldarms bei *Callidina symbiotica* sichtbar gemacht. Er stellt sich nicht mehr so kompakt und strukturlos, wie in den Versuchen mit Neutralrot, dar; man sieht vielmehr, dass seine wahrscheinlich nur sehr dünne Wand aus polygonalen Zellen besteht, welche von einander durch feine, schmale, lichte Zonen getrennt werden. Diese Zellen sind mit feinen intensiv rosa gefärbten Körnchen reichlich erfüllt und in den Mitten dieser Zellen, wo diese Körnchen spärlicher werden, bemerkt man einen großen, Nucleolus enthaltenden Kern. In einigen von diesen Zellen waren die Kerne während der Beobachtung schon blass-rosa gefärbt, obwohl das Tierchen noch vollständig normales Leben bewahrte.

III. Bei *Trichina spiralis* habe ich gemeinsam mit meinem Kollegen, Herrn J. Graham, zweierlei neue Beobachtungen gemacht.

Im Hoden der Männchen traten immer gewisse, rundlich gestaltete, intensiv blau (Nilblau-Sulfat) oder rot (Neutralrot) gefärbte Körnchen zu Tage. Im Uebrigen färbte sich der Hoden mit Nilblau-Sulfat gar nicht, mit Neutralrot schwach rosa.

Noch interessanter ist die Färbung, welche in zwei am Ende des Zellkörpers der *Trichina spiralis* liegenden großen Zellen erscheint. Es sind die Zellen, welche nach Leuckart zu den übrigen Zellen des Zellkörpers zugerechnet sein sollen, welche aber in der letzten Zeit für andere Gebilde gehalten werden. Herr Graham hat dieselben auch, schon gemäß den von ihm mit Hilfe der anderen Methoden bekommenen Resultaten, für zwei von den übrigen Zellen des Zellkörpers ganz verschiedene Gebilde gehalten und war geneigt ihnen etwa einen drüsigen Charakter zuzuschreiben.

Diese Annahme bestätigt die intravitale Färbung vorläufig insofern, als nur diese 2 Zellen sich färben, während der Zellkörper dabei farblos bleibt. Diese Zellen werden mit Neutralrot intensiv rot, mit Nilblau-Sulfat seltener gefärbt; wenn sie sich in dem letzteren

Falle färben, so geht dann die blaue Farbe in eine violette über. Der Struktur nach stellen diese Zellen in beiden Fällen der Färbung kompakte Körnchenhaufen dar.

IV. Unter der hyalinen Cuticula der *Rabditisform* einer wahrscheinlich parasitierenden Nematode, welche sich in stark verfaultem alten Wasser in großer Masse entwickelt hat, wurde eine über dem Darm flächenhaft gelegene, eigentümlich gestaltete, schwach rosa gefärbte Schicht beobachtet. Sie machte den Eindruck einer Zellschicht, eines platten Epithels: sie bestand aus riesigen, verhältnismäßig polygonalen (hauptsächlich Rechteck) Zellen, welche von einander durch feine und lichte Zonen abgetrennt und mit kleinen, runden, blass-rosa gefärbten und dicht aneinander liegenden Körnchen erfüllt waren; sonst war der Inhalt der Zellen farblos.

Was die Bedeutung der beschriebenen Zell-Schicht anlangt, so ist es vorläufig möglich nur die Annahme zu stellen, es sei vielleicht die Epidermis der Nematoden, welche bei einem jungen Entwickelungsstadium leichter sichtbar werden kann.

V. Ich möchte noch eine Färbungserscheinung erwähnen, welche ich bei einer jungen Nephelis (3 Monate 6 Tage) beobachtet habe.

Nahe der Mitte des ganzen Körpers, wo der Chylusmagen anfängt, kamen zwei birnenförmige Gebilde zum Vorschein. Mit den breiten Teilen waren sie den Seiten des Tieres zugewendet und diesen nahe angelagert, nach der Mitte des Körpers zu verschmälerten sie sich sehr stark und wurden schließlich unsichtbar. Sie waren schwach-rosa gefärbt und enthielten unregelmäßig zerstreute, intensiv rot gefärbte Körner von unbestimmten Gestalten. Etwas mehr nach dem Hinterende des Tieres ungefähr in $^3/_4$ der ganzen Länge des Körpers, trat ein rosettenförmiges, scheinbar aus einigen lappigen Teilen zusammengesetztes, ähnlich blass-rosa gefärbtes und ähnliche Einschlüsse enthaltendes Gebilde zu Tage.

Durch den zufällig eingetretenen Tod des untersuchten Tieres und aus Mangel an anderem ähnlichen Material bin ich vorläufig verhindert, diese Gebilde weiter zu verfolgen. Aller Wahrscheinlichkeit nach aber waren diese Gebilde die Anlagen der Geschlechtsorgane.

Ich fasse die Resultate meiner Beobachtungen folgendermaßen zusammen:

I. Verschiedene Tiere nehmen verschiedene Farbstoffe verschieden auf.

II. Ein und dasselbe Tier nimmt einen und denselben Farbstoff verschieden auf, indem seine verschiedene Organe sich durch die Farbstoffeinwirkung stark differenzieren lassen.

III. Sogar Teile eines und desselben Organs können durch die Farbstoffeinwirkung differenziert werden.

IV. Die intra vitam gefärbten Teile der Organismen entfärben sich, sobald der Tod eintritt, oder noch während des Lebens der Organismen, wenn sie in frisches, keinen Farbstoff enthaltendes Wasser gebracht werden.

V. Durch die von mir angewendete Methode lassen sich mehrere Teile eines lebenden Organismus auf einmal färben.

VI. Mittelst derselben Methode lassen sich neue, mit anderen Methoden nicht nachweisbare Einzelheiten im Bau der ausgewachsenen und sich erst entwickelnden Organismen zum Vorschein bringen.

Diese zwei zuletzt genannten Thatsachen mit der aus dem ersten Teil meiner Mitteilung bekannten Thatsache, welche die Möglichkeit der Färbung des Kerns intra vitam beweist, bilden das Wichtigste der von mir angewendeten Methode und veranlassen mich, dieselbe als eine besonders geeignete für die histologisch-anatomischen und entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen zu empfehlen.

Diese Methode soll sich selbstverständlich auf die genannten vier Farbstoffe nicht beschränken. Es wäre in erster Linie zweckmäßig, dieselben mehreren chemischen Modifikationen zu unterwerfen und verschiedenerlei Farbstoffe zu kombinieren.

Auf die wichtige Bedeutung der Modifizierungen konnte man schon durch die in dieser Mitteilung angeführten Resultate aufmerksam werden!

Es mögen hier noch einige Worte über sozusagen rein biologische Beziehungen der lebenden Organismen zu den Farbstoffen hinzugefügt werden.

Ich muss hier noch einmal die Frage, betreffend die schädliche Einwirkung der von mir angewendeten Farbstoffe auf lebende Organismen, berühren.

Zunächst möchte ich hier als Thatsache vorausschicken, dass die von mir angewendeten Farbstoffe auf verschiedene Organismen durchaus verschieden einwirkten.

In einem und demselben Farbstoff lebten die einen Organismen bedeutend länger, als die anderen.

In einem und demselben modifizierten Nilblau-Chlorhydrat encystierten sich die Actinosphaerien, die anderen Organismen gingen dagegen, ähnlich wie in anderen Farbstoffen, früher oder später zu Grunde.

In dem modifizierten Nilblau-Chlorhydrat encystierten sich die Actinosphaerien ständig, in demselben nicht modifizierten Nilblau-Chlorhydrat gingen sie, ähnlich wie in den übrigen Farbstoffen, nach längerer oder kürzerer Zeit zu Grunde.

Cyclops blieb in den Farbstoffkulturen (besonders in den blauen Farbstoffen) monatelang am Leben, so dass ich in diesem Falle be-

haupten möchte, die Farbstoffe übten auf *Cyclops* keine schädigende Einwirkung.

Die zuletzt angeführten Beobachtungen veranlassen mich wiederum zur Aufstellung der Annahme: es gebe Fälle, wo die Farbstoffe ganz unschädlich für die lebenden Organismen seien, und zwar wird dies zutreffen, wenn die Farbstoffe der sozusagen „zusammengesetzten" spezifischen Beschaffenheit eines lebenden Organismus vollkommen entsprechen und demgemäß keine schädlichen Reaktionen in demselben hervorrufen.

Nachtrag.

Nachdem die vorliegende Arbeit schon abgesandt war, wurde ich auf einige Arbeiten aufmerksam, welche ebenfalls das Thema der intravitalen Färbung behandeln.

Douglas Campbell[1]) ist es geglückt, lebende Kerne von Pflanzenzellen zu färben und sogar Teilungen an ihnen zu beobachten.

A. Danilewsky[2]) giebt an, dass er Aktinien, deren Zellkerne mit Methylenblau gefärbt waren, 32 Tage lang, und isolierte Zellen mit gefärbten Kernen 24 Stunden lang am Leben erhalten habe.

Auf diese Arbeiten, sowie auf die Färbungsversuche von S. Mayer mit Violett *B* und Neutralrot[3]) werde ich in meiner ausführlichen Arbeit zurückkommen. [61]

Zur Planktonmethodik.

Von Prof. **Joh. Frenzel**, Biol. Station, Friedrichshagen.

II. Die Seidengaze.

Wiewohl bereits seit Johannes Müller eifrig auf Plankton — oder wie man damals sagte „Auftrieb" — gefahndet wurde, so war es doch, wie bekannt, Victor Hensen[4]), welcher zuerst eine wohldurchdachte und auf sorgfältigen Berechnungen beruhende Methodik anwendete. Hensen ging hierbei von der Vorstellung aus, dass die Hauptquelle, ja vielleicht die einzige in Betracht zu ziehende Quelle der im Meere vorhandenen Nahrungsstoffe eben dieses Plankton sei, und er konstruierte, um die Menge dieser „Nahrungsstoffe" festzustellen, seine bekannten Apparate. Hierbei verwandte Hensen

1) Douglas Campbell, The staining of living nuclei. Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen, Bd. II, 1886—1888.

2) A. Danilewsky, Biochemische Untersuchungen am Meeresufer. Arbeiten aus dem physiolog.-chemischen Institut bei der Universität zu Charkow, 1891.

3) Sig. Mayer, Ueber die Wirkung von Farbstoffen: Violett *B* und Neutralrot. Sitzungsberichte des deutschen naturwissenschaftlichen Vereins f. Böhmen. Lothos 1896. Nr. 2.

4) V. Hensen, Ueber die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren etc. in: V. Bericht der Kommiss. zur wissenschaftl. Unters. d. deutsch. Meere etc., 1887.

zur Herstellung der filtrierenden Flächen seiner Netze seit 1884 sog. Müllergaze oder seidenes Beuteltuch, nachdem übrigens schon vordem in den Zoologischen Stationen zu Neapel, Triest etc. dieser Stoff als der einzig brauchbare eingeführt worden war.

Wie nun Hensen weiter ausführt, ist zu genaueren Berechnung des Planktons eigentlich nur eine Methode wirklich brauchbar, soweit es sich wenigstens um größere Tiefen handelt, nämlich die der stufenweisen Vertikalfänge, und daraufhin richtete er sein sog. Vertikalnetz so ein, dass beim langsamen Aufziehen desselben durch die verengte Oeffnung gerade so viel Wasser einströmte, wie filtriert werden konnte. Zu diesem Zwecke hatte Hensen ferner vorher die sog. Filtrationsgröße der Seidengaze auf Grund von eingehenden Versuchen festgestellt und den sog. Netzkoefficienten berechnet. Obwohl nun Hensen sehr wohl erkannte, dass sich die Poren der Seidengaze während jeden Zuges verstopfen könnten (l. c. S. 3, 7, 12 etc.), so konnte dieser Fehler im Allgemeinen doch außer Acht gelassen werden. In der That überzeugte ich mich auch durch Versuche, über die an anderer Stelle berichtet wird, dass selbst bei einem sehr stark verstopfenden Plankton, soweit es sich eben nur um einen Vertikalzug handelt, resp. um eine diesem entsprechende Wassermenge, die Gefahr der Versperrung der Poren keine erheblich große ist. Hensen stellte indessen weiterhin fest, dass eine derartige Versperrung im Laufe der Zeit (l. c. S. 13), also nach wiederholtem Gebrauche eintreten könnte, und zwar zeigte sich ihm ein erheblicher Unterschied zwischen der Ost- und der Nordsee, dergestalt, dass dieselbe dort kaum nennenswert, hier jedoch äußerst störend war. Vergleicht man hiermit ferner die Abbildung, welche Hensen auf Taf. I Fig. 7 von einem derartigen, viel gebrauchten, jedoch nicht verstopften Netzstück giebt, so muss man in der That davon überzeugt sein, dass es Fälle und Umstände giebt, in welchen der filtrierende Stoff rein und unverstopft bleibt, vorausgesetzt natürlich, dass er jedesmal durch Abspülen gereinigt werde, wie Hensen dies ja angiebt. Anderseits aber darf nicht vergessen werden, dass ebensogut Fälle und Umstände eintreten können, in denen das gerade Gegenteil stattfindet, und man sollte daher diese Frage in jedem einzelnen Falle sorgfältig prüfen, da ihre Nichtbeachtung die schwersten Fehler und Irrtümer nach sich zu ziehen im Stande ist. Man denke sich nur den Fall, dass irgendwo Vertikalzüge mit einem Netz gemacht werden, das in bemerkbarem Grade verstopft ist und daher gar nicht geeignet erscheint, die erforderliche Wassermenge zu filtrieren. Was nützen dann all die genauen und zeitraubenden Zählungen, Messungen und Wägungen, die auf den fehlerhaften Fang folgen? Sie müssen doch, trotz ihrer bewundernswerten Genauigkeit, ganz falsche Resultate ergeben. Ja, tritt nun der weitere Fall

ein, dass vielleicht zwei von einander unabhängende Beobachter an derselben Lokalität, jeder aber mit einem übereinstimmend fehlerhaften Netze fischt, so mögen zwar ihre nachherigen Zählresultate etc. unter sich gut übereinstimmen, ohne indessen die Gewähr zu geben, dass sie absolut richtig seien.

Dass die Gefahr der Netzverstopfung nicht nur in der Theorie schwebt, sondern praktisch zur Erscheinung tritt, hat ja schon Hensen, wie oben erwähnt, nachgewiesen. Wann und unter welchen Umständen sie vorhanden, das kann freilich nicht von vornherein bestimmt, sondern muss in jedem einzelnen Falle empirisch festgestellt werden. Es lässt sich daher auch nicht von vornherein sagen, ob die Verstopfung eine häufigere Erscheinung ist, oder nur eine so seltene, dass ihr eine praktische Bedeutung nicht zukomme. Auch dies kann, das liegt nahe, erst durch die Erfahrung festgestellt werden. Im Hinblick indessen auf die Erfahrungen, die mir bis jetzt zu Grunde liegen, möchte ich, wenigstens für das Süßwasser, behaupten, dass wir es hier mit einem allgemeineren Vorkommnis zu thun haben und dass, namentlich dort, wo das Wasser reich an „Detritus" und Algen ist, die Verstopfung des Netzes nicht unbeachtet bleiben darf. So besitze ich ein kleines quantitatives Planktonnetz, welches nach häufigem Gebrauch in den Gewässern der Oberspree so verstopft wurde, dass es überhaupt kaum noch filtrierte, ein Fehler, auf den ich übrigens nur zufällig, gelegentlich meiner Pumpversuche, aufmerksam wurde, über die an anderer Stelle berichtet wurde [1]). Es erschien mir indessen nicht überflüssig, daraufhin einige Versuche anzustellen, die im Nachfolgenden kurz besprochen sein mögen.

Wie bekannt filtriert ein Papierfilter erst dann exakt, wenn es angefeuchtet worden ist. Nimmt man nun ein Stückchen neue Seidengaze und bringt man darauf, indem man es frei hält, einige Tropfen Wasser, so wird man finden, dass in den meisten Fällen, nichts durch das Gewebe durchdringt. Aendere ich den Versuch nun in der Weise, dass ich die Gaze vorher erst anfeuchte, so wird zwar etwas Wasser durchdringen, aber immerhin selten das ganze Quantum und dann auch nicht in kürzester Zeit. Sobald ich indessen die Unterseite des trocknen oder besser angefeuchteten Gewebes berühre, z. B. mit dem Finger, so tritt an der berührten Stelle das Wasser mit Leichtigkeit hindurch. Denselben Versuch kann man ferner auch an einem Netz vornehmen resp. an dem mit Gaze bespannten Eimer. Es zeigt sich dabei noch, dass eine vorherige Anfeuchtung schon aus dem Grunde nicht sicher hilft, weil das Wasser an der Seidengaze nur unvollkommen adhäriert, so dass diese also gar nicht wirklich „befeuchtet" wird. Bemerken möchte ich dabei, dass die Versuche, von

1) Vergl. Zur Planktonmethodik: I. Die Planktonpumpe. — Dieses Centralblatt, Bd. XVII, Nr. 5, S. 101 fg.

denen ich spreche, an zweierlei Proben angestellt wurden und zwar an solchen, die von der Firma Wilhelm Landwehr in Berlin und der Firma Heidegger in Zürich herstammten. In ersterem Falle waren es die Nummern 18 u. 19, in letzterem Falle Nr. 20. Es möchte nun möglich sein, dass sich die in Rede stehenden Stoffe je nach der Herkunft etc. verschieden verhalten. Dennoch aber mag es genügen, die Erzeugnisse der bekanntesten Fabriken geprüft zu haben, umsomehr, als es hier ja nur darauf ankommt, zu zeigen, dass derartige Fälle, wie die oben angegebenen, überhaupt eintreten können. Auch möchte ich bei der großen Gleichartigkeit dieser Gewebe bezweifeln, dass sie eine erhebliche Verschiedenheit hinsichtlich der Filtrationsfähigkeit aufweisen.

Kehren wir nun zu dem oben besprochenen Versuche zurück, so erübrigt es noch zu erklären, woher es kommt, dass das Wasser an einer berührten Stelle der Gaze mit besonderer Leichtigkeit filtriert. Es ist dies ein Phänomen, welches sehr schön an dem sog. filtrierenden Eimer Hensen's gezeigt werden kann. Man halte diesen zu diesem Zweck mit geschlossenen Hahn unter eine Wasserleitung und lasse Wasser hineinfließen. Man wird dann, auch nach vorherigem Befeuchten von außen, sehen, dass das Wasser nur an einigen Stellen der Gaze ausströmt — mit Vorliebe an den Stellen, wo die Klemmleisten aufgeschraubt sind —, während andere Teile völlig undurchlässig sind. Sobald dieselben indessen, wie schon oben erwähnt, mit dem Finger leicht überstrichen werden, entströmt ihnen sofort reichliches Wasser, und zwar nicht nur momentan, sondern auch fortdauernd. Man kann sich nun vorstellen, dass die Adhäsionskraft zwischen Wasser und Seidengaze eine geringe und dass ferner die Kapillarkraft der Poren der Seide eine so große ist, dass diese den Druck des Wassers überwiegt. Berühre ich nun die Gaze von außen mit dem Finger, so macht sich die größere Adhäsionskraft zwischen Wasser und Finger geltend, die Kapillarkraft wird überwunden und dadurch der Weg durch die Pore geöffnet.

Man wird mir nun einwenden, dass doch ein erheblicher Unterschied bestünde zwischen einem Netz, das, wie oben, in der Luft freihänge und einem solchen, das ins Wasser gesenkt sei. Hier sei es, so wird man fortfahren, doch gewissermaßen von einem das Gewebe berührenden Körper, nämlich von Wasser umgeben, so dass es also innerhalb desselben vollkommen und tadellos filtrieren müsse. Allein, mir scheint, dass diese Argumentation nicht beweisend sei, wenigstens so lange, als sie nicht durch Versuche unterstützt ist. Aus diesem Grunde dürfte es immer geraten erscheinen, ein neues oder wenig gebrauchtes Planktonnetz vor dem jedesmaligen Gebrauche nicht nur anzufeuchten, sondern auch zu reiben etc., resp. durch Winden die einzelnen Teile aneinanderzupressen, ähnlich so, wie die

Waschfrau ein Wäschestück auswindet. Die Gaze des filtrierenden Eimers kann man ferner noch mit dem Finger überstreichen.

Es mag so aussehen, als wenn die oben ausgesprochene Befürchtung, ein Gazenetz könnte möglicherweise nicht so gut filtrieren, wie es filtrieren sollte, stark übertrieben, und als wenn dann die soeben genannten Vorsichtsmaßregeln unnütz und überflüssig seien. Allein, nachdem schon Hensen nachgewiesen, dass jedes Gazegewebe dem durchdringenden Wasser einen gewissen Widerstand entgegensetze, sollte man jedenfalls Alles vermeiden, was geeignet wäre, diesen Widerstand noch zu vergrößern, im Hinblick namentlich darauf, dass es sich hier doch um sehr feine Untersuchungen handelt und dass die erforderliche Wassermenge wirklich filtriert sein muss, um die nachfolgenden Zählungen nicht zu illusorischen zu machen.

Im Obigen wurde schlechtweg von Seidengaze gesprochen, und gemeint war damit neue resp. noch wenig gebrauchte Gaze. Wie verhält es sich nun aber mit solcher, die schon sehr häufig benutzt ist und infolge dessen verstopft sein kann? Schon äußerlich kann man das Letztere an der Färbung des Gewebes erkennen. Dies ist ja im frischen Zustande weiß resp. leicht gelblich. Je mehr sich das Gewebe nun versetzt, je mehr Fremdkörper also daran haften bleiben, um so schmutziger wird es und nimmt schließlich eine bräunlich-graue Farbe an. Sieht man mithin ein derartiges Netz im Gebrauch, vorausgesetzt natürlich, es sei nicht bloß vom Hängen an der Luft verstaubt, so kann man es mit Sicherheit als „verstopft" bezeichnen. Bringt man sodann ein Stückchen solcher Gaze unter das Mikroskop, so sieht man auch sofort, in welcher Weise die Versperrung der Poren bewirkt wird. Es ist nämlich nicht etwa Schlamm oder dergl. dem Gewebe aufgelagert — das Alles wird durch das gebräuchliche Abspülen leicht entfernt — sondern die Interstitien des Gewebes, in erster Linie die Poren selbst, dann aber auch die Spalten zwischen den einzelnen Seidenfäden enthalten kleine Fremdkörper. In dem vorliegenden Falle, wo es sich um ein Netzstückchen handelt, das hauptsächlich im Müggelsee etc. verwendet worden war, bestehen diese Fremdkörper nicht etwa, wie man annehmen sollte, aus Diatomeenschalen oder dergl., sondern aus undefinierbaren grünlich-bräunlichen kleinen Klümpchen, die man eben nur als „Detritus" noch bezeichnen kann, und zwar als größtenteils pflanzlichen. Da das Müggelseeplankton zu Zeiten außerordentlich reich an Diatomeen ist, so hatte ich diese resp. deren Schalen im Verdacht; dies ist indessen, wie gesagt, nicht der Fall. Außerdem enthält unser Plankton aber noch eine andere Beimischung in großer Menge, nämlich Detritus, der frei zwischen den Algen, Crustaceen etc. schwebt, eine Erscheinung, auf die an dieser Stelle nur hingedeutet werden kann, die aber ein hervorragendes Interesse beansprucht. Dieser Detritus also ist im

Stande, die Poren des Seidengewebes zu versperren, und da es ganz unwahrscheinlich ist, dass allein die Seen des Oberspreegebietes solchen Planktondetritus führen, und dass dieser nicht auch anderen Gewässern zukommen wird, so dürfte sich die gedachte Erscheinung auch an anderen Orten wiederholen.

Handelt es sich um eine Netzgaze, die zwar schon häufig benutzt, stets aber durch Abspülen etc. „gereinigt" worden ist, so kann man erkennen, dass die „Verstopfung" der Poren immer nur eine teilweise ist. Manche Poren sind dann noch ganz frei, andere zeigen nur einige Körnchen, die den Seidenfäden anhaften, und der Rest weist erst größere Partikel auf, die die Pore ganz oder teilweise versperren. Wenn man nun einen derartig verstopften Stoff auf seine Filtrierfähigkeit prüft, so kann man von vornherein annehmen, dass er schlechter filtrieren wird, als ein nicht verstopfter. Zu diesem Zweck nahm ich einen „filtrierenden Eimer", der nur 4- bis 5mal benutzt worden war. Zunächst wurde er ohne vorhergehende Befeuchtung unter einen Wasserstrahl gebracht, und es zeigte sich, dass er fast gar kein Wasser durchließ. Auch nach dem Anfeuchten war das Verhältnis nur wenig besser, und erst nach dem Ueberstreichen mit dem Finger wurden die Poren passierbar, jedoch viel schlechter als bei neuem Gewebe. Dieser Versuch zeigte mithin, dass 1. schon eine geringe Benutzung ein Seidengazegewebe relativ undurchlässig machen kann, und dass 2. dies schon dann eintritt, wenn nur ein Teil der Poren versperrt ist, wobei man unter „Versperrung" nicht ein vollkommenes Schließen der Poren, sondern nur ein Verengern ihres Lumens zu verstehen braucht. Es werden also die Poren verkleinert und damit würde, wie dies ja nach Hensen's Versuchen zu erwarten ist, die Filtrationsgröße herabgesetzt, ein Umstand, auf den wir weiter unten noch einmal zurückkommen.

Die Thatsache, dass die Seidengaze schon nach kurzem Gebrauch an Durchlässigkeit erheblich verlieren kann, muss uns stutzig machen. Einerseits werden wir uns dann fragen müssen, worauf schon weiter oben hingedeutet wurde, ob nicht häufig mit derartigen fehlerhaften Netzen gefischt wird, und welche Mittel es anderseits giebt, diesen schwerwiegenden Fehler zu beseitigen. Das Erstere möge hier unerörtert bleiben; ich möchte aber betonen, soweit wenigstens Süßwasser in Betracht kommt, dass ich glaube ein Recht zu haben, allen Angaben hinsichtlich der Planktonbestimmungen mit Mistrauen gegenüberzutreten, die nicht gleichzeitig eine mögliche Verstopfung des Netzes in Betracht ziehen. Was nun ferner den zweiten Punkt anbetrifft, so würde es sich darum handeln, das Netz in der Weise zu reinigen, dass es wieder gebrauchsfähig wird. Um dies zu erreichen, versuchte ich zunächst reines Wasser, in welchem das Netz tüchtig durchgespült wurde.

Allein es zeigte sich, dass hiermit kaum ein nennenswertes Resultat erzielt wurde. Man sieht nämlich sofort, dass auch jetzt noch die Poren der Gaze reichlich mit Fremdkörpern behaftet sind, und es geht daraus hervor, dass ein Absptilen der Netzwand nach jedesmaligem Gebrauch völlig unzureichend ist. Da man nun nicht ein immerhin kostspieliges Netz nach einigen wenigen Planktonzügen einfach kassieren kann — so üppig sind die biologischen Stationen oder dergl. nicht gestellt —, sondern das Netz doch so lange verwenden möchte, wie es nicht mürbe wird oder reisst, so versuchte ich es auf anderem Wege und fand schließlich, dass ein wiederholtes Absptilen in heißem Wasser und tüchtiges Ausdrücken (Wringen) eine genügende Reinigung der Gaze bewirkt. Ein Versuch indessen, welcher mit einer derartig gereinigten Gaze angestellt wurde, bewies, dass sie wieder gut filtrierte, — fast so gut, wie neue. Es wurde dann versuchsweise ein stark verstopftes Gazestückchen längere Zeit — mehrere Stunden — in Wasser gekocht, aber, eine weitere Reinigung wurde nicht erzielt und der Rest der Fremdkörper war damit nicht zu beseitigen, was übrigens, wie noch weiter unten gezeigt werden soll, kein Fehler ist. Zu meiner Freude erfuhr ich sodann von der Firma W. Landwehr, dass auch diese in einem solchen Falle heißes Wasser anwenden würde, womit, wie mir erscheint, diese Angelegenheit erledigt ist.

Die mikroskopische Prüfung eines mit heißem Wasser behandelten Gazestückchen ergab, dass die einzelnen Seidenfäden bei dieser Prozedur etwas aufquellen und sich dadurch lockeren resp. aufdrehen. Manche der eingekeilten Fremdkörper mögen also schon dadurch zur Loslösung kommen, während andere wahrscheinlich durch das heiße Wasser gelöst resp. erweicht werden. Sei dies nun, wie es will, jedenfalls möchte ich nicht verfehlen, jedem, dessen Seidennetz durch Fremdkörper verstopft ist, den Rat zu erteilen, dasselbe vor jedesmaligem Gebrauch mittels heißen Wassers zu reinigen, was weiterhin auch dann zu empfehlen wäre, wenn eine solche Verstopfung zwar noch nicht festgestellt, aber doch zu befürchten ist. Dann wird man ohne Zweifel dem Vorwurf, man habe mit einem untauglichen Netze gefischt, am besten begegnen können. Ob und wie weit endlich das heiße Wasser schädigend auf die Seidenfaser einzuwirken im Stande ist, habe ich zwar noch nicht zu prüfen vermocht; von vornherein aber wird man derartiges annehmen können. Dennoch scheint mir, als wenn dies der geringere Fehler sei.

Wie bereits bei früheren Gelegenheiten festgestellt wurde und wie Hensen bestätigt, ist selbst so feine Seidengaze wie Nr. 20 resp. 22 nicht im Stande, alle im Wasser vorhandenen Organismen resp. festen Körper zurückzuhalten, da die kleinsten z. B. sehr kleine Diatomeen, von Bakterien ganz zu schweigen, durchzuschlüpfen vermögen. Für

den Fall also, dass man eben alles Plankton gewinnen will, reicht mithin die Methode des Fischens mit dem Gazennetze nicht aus, wie dies ja bereits Hensen in seinem mehrfach citiertem Berichte ausführt. Dann könnte nur noch die Pumpe in Anwendung kommen, wie ich dies an anderer Stelle dargelegt habe [1]), und Mikromembranfilter, nach Empfehlung von Hensen (l. c.) resp. irgend ein anderes gegen geformte Materie völlig undurchlässiges Filter. Für alle übrigen Zwecke jedoch, wo obige Bedingungen nicht gestellt werden, reichen die feineren Gazenummern aus. Sehr hinderlich steht einer allgemeineren Benutzung derselben jedoch ihr hoher Preis entgegen, wozu noch kommt, dass manche Geschäfte die feinsten Gewebe (Nr. 20 u. 22) gar nicht liefern. Selbst von Nr. 18, welches 66 Fäden pro cm aufweist, kostet das qm allein Mk. 11,50 (Landwehr), und Nr. 19 mit 70 Fäden: 13 Mk. Nun bin ich zwar der Ansicht, dass diese letzteren beiden Nummern für gewöhnlich ausreichen werden, wie ja auch die mikroskopische Prüfung in der That kaum noch erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Nummern erkennen lassen. Dazu kommt aber noch ein weiterer günstiger Umstand, der gleichzeitig zeigt, wie manches Unglück doch auch manchen Nutzen im Gefolge haben kann. Wie nämlich oben besprochen wurde, wirken die im Plankton verteilten Detrituspartikelchen verstopfend auf die Gaze, indem die Poren verengert werden. Ebenso wurde oben gezeigt, dass selbst heißes Wasser nicht im Stande ist, jene Partikelchen völlig zu verdrängen, so dass also immer noch eine gewisse Verengerung der Poren zurückbleibt. Diese ist nun gleichbedeutend einem feineren Gazegewebe, und man kann eben durch jene Verunreinigung eine Verbesserung des Netzes erreichen, eine Meinung, von deren Richtigkeit man sich leicht durch einen Versuch überzeugen kann. So fand ich, dass ein in oben angegebener Weise behandeltes Netz erheblich mehr Plankton zurückhielt als ein neues, und ich halte ein Netz erst dann für völlig brauchbar, wenn es so verstopft ist, dass es in heißem Wasser konstant bleibt. Für gewisse Zwecke möchte ich sogar ein stark verstopftes, nicht gereinigtes Netz vorziehen, da dieses noch undurchlässiger ist. Dann freilich würde ich aber nur noch die Planktonpumpe anwenden, um wirklich das erforderliche Wasserquantum zu filtrieren. [34]

The Vertical Distribution of the Limnetic Crustacea of lake Mendota.

E. A. Birge, University of Wisconsin.

In this journal, Vol. XV, Nr. 9, I published a brief account of the vertical distribution of the limnetic crustacea of lake Mendota during

1) Die Planktonpumpe l. c. S. 196 fg.

July 1894. I there showed that there were about 50% of the crustacea in the upper three metres of the lake; nearly 30% between 3 and 6 metres; 15% between 6 and 9 metres; 5% between 9 and 12 metres; and less than 1% between 12 metres and the bottom at 18 metres or in deeper parts of the lake at 22 metres. A complete account of the work was published in the 10th volume of the Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters, p. 421—484.

This study has been carried on since July 1894, with the design of determining the annual and vertical distribution of the limnetic crustacea, and the series of more than 400 observations was closed with the end of 1896. The results of the study of the annual distribution of the crustacea will be published in the forthcoming 11th volume of the Transactions of the Wis. Academy, but the full report of the vertical distribution must be further postponed in order to complete the investigation of some details. I therefore present a brief synopsis of the results thus far obtained, regarding vertical distribution.

1. The vertical distribution of the limnetic crustacea, in summer, is like that of Juli 1894, in all essential particulars.

2. Soon after the formation of the transition stratum of temperature („Sprungschicht") about July 1, the crustacea in the lower water either die or migrate into the water above the transition stratum. This forms thereafter the lower limit of the crustacea, 95% or more of the whole number present being found above it. This condition lasts as long as the transition stratum is found — until after the middle of September — and the crustacea follow the transition stratum as it gradually moves downward through the lake. It lies at a depth of about 9 meters in July when it becomes the lower limit of the crustacea, and lies at about 15 metres in September, when the autumnal gales cause it to disappear.

3. This limitation of the downward extension of the crustacea is not due, for most species, to the change in temperature occurring at the transition stratum. The crustacea are excluded from the deeper water by the accumulation there of the products of the decomposition of the plankton. The exact nature of these substances is the chief point requiring further study.

4. In plankton-poor lakes the crustacea are found in and far below the transition stratum, though not always to the bottom of the lake. Certain species are found in the deeper water in greater abundance than near the surface. *Diaphanosoma* has not been found in numbers below the transition stratum and very probably never enters the cooler water.

5. The limitation of the crustacea is very abrupt. Ten times as many crustacea may be found in a single metre in and above the transition stratum as are contained in the whole 8 or 10 metres below

it. The larvae of *Corethra* are the only animals which pass freely up and down through the transition stratum of lake Mendota.

6. The effect of light is not traceable in lake Mendota deeper than 1—2 metres; within this limit it has a powerful influence on the distribution of the crustacea. During the day the upper metre or so is occupied by swarms of young crustacea, especially *Diaptomus* and *Daphnia hyalina* and *D. retrocurva*. In the case of *Daphnia* the adults are repelled by light while the young are attracted or are indifferent. In *Diaptomus*, the young are more strongly attracted by light than are the adults. On bright days therefore the young crustacea can feed on *Aphanizomenon* and other small plants in the upper water without competition from the older animals. At night old and young become mingled, but there is no general movement toward the surface. On cloudy days the adults rise toward the surface coming within about $^1/_2$ metre of it. This rise comes immediately after the sun is obscured and an immediate descent follows the reappearance of the sun.

7. Gravity aids in causing the older and weaker adults to move toward the bottom and accumulate there. This fact is especially noticeable in the old age of broods of *Cyclops* and *Daphnia*. *Diaptomus* does not show it. In winter, *Cyclops* is found in large numbers near the bottom, 50% or more of the total catch being often found in the lower three metres. It is also found in very large numbers near the bottom when the enormous spring broods are dying off in early summer. *Daphnia* shows the same tendency to the bottom in late spring on the part of those individuals which have lived over winter and are near the end of life. The same thing occurs in late October and early November when the summer broods are dying. Throughout the year the older animals are proportionally more numerous in the lower strata of the water.

8. In autumn the upper strata of the water are more densely populated than those below so long as reproduction is active. No species is distributed through the water with even approximate uniformity until its reproductive period is over and it has begun to decline in numbers. In late fall and winter the crustacea are more uniformly distributed than at any other time, although even then the upper three metres contain much more than their exact share. *Daphnia pulicaria* alone shows a decided tendency to aggregate near the surface at this time, and *Cyclops*, as already said, is found in swarms at the bottom during winter.

9. In spring the young of each species of crustacea first appears near the surface. They move gradually downward as numbers increase and more room and food are needed. This downward movement continues during May, until the lower water is densely populated, chiefly by *Cyclops*. In June, as the lake warms, the bottom water

becomes uninhabitable; the crustacea die or withdraw and by July 10, the water below the transition stratum is practically without crustacea.

10. *Daphnia pulex*, var. *pulicaria* is found in summer in and just above the transition stratum, with a very few stragglers extending to the surface. The distribution of the species becomes fairly uniform in October during the autumnal storms. The species has a marked reproductive period in late autumn, during and after which it moves upward so that in December 50% or even 75% are found in the upper three metres. Most of this number are in the upper metre; indeed when this species is abundant, it may be seen through the ice, crowded in dense swarms just below the ice. This position near the surface it retains during the winter, differing in a striking way from *D. hyalina*, which is distributed with a fair degree of uniformity. In spring the species descends as the lake warms, and in Juni 80% or more are below the middle of the lake (9 metres), and occasionally as many as 60% are found in the lower three metres (15—18). In late June the species begins to leave the bottom and during the first part of July it moves to the summer position at the transition stratum.

In plankton-poor lakes the species probably occupies the whole region below the transition stratum; this conclusion rests, however, on only two observations.

The summer position of this species is determined primarily by the temperature of the water.

11. *Cyclops*, *Diaptomus*, *Daphnia hyalina*, *D. retrocurva*, *Diaphanosoma brachyurum* and *Chydorus sphaericus* agree in general in their vertical distribution. There are, however, constant minor differences which appear when a series of observations is studied. These can not well be shown without taking too much space here. In general it may be said that *Diaptomus* and *Chydorus* show the greatest tendency to aggregate in the upper strata of the water and that *Cyclops* shows the least of this tendency, while the *Daphnias* are intermediate in this respect.

12. The forces affecting the vertical distribution of the limnetic crustacea are numerous and their action is complex. The quantity and kind of food in any stratum of the water constitute a prime factor in determining its crustacean population. The distribution is also modified by light, temperature, gravity, wind, and the chemical condition of the water. These forces act in different ways on different species and also act differently on the individuals of the same species at different ages; and in many cases have more effect than food on the vertical distribution of the crustacea. [40]

Madison, Wis., U. S. A., Jan. 14, 1897.

R. Thaxter, Contribution towards a Monograph of the Laboulbeniaceae.

(Mem. Americ. Acad. Boston 1896). Mit 26 Taf.

Bekanntlich zeigen die niederen Pilze, namentlich die Oomyceten, in vielen Beziehungen Anklänge an die Algen. Das tritt nicht bloß in der äußeren Gestaltung zu Tage, sondern auch im Bau der Fruktifikationsorgane. Ganz ohne Analogien im Pilzreich aber waren die Florideen. Eine so hoch entwickelte Organisation des Geschlechtsapparates zeigte keine Pilzgruppe. Wenn Stahl etwas Aehnliches für die Collemaceen nachweisen wollte, so haben doch neuere Untersuchungen die Hinfälligkeit der Schlüsse aus den richtig beobachteten Thatsachen dargethan. Um so überraschender ist es, dass sich unter den höheren Pilzen doch eine Gruppe findet, welche in ihrem Bau so weit gehende Anklänge an die Florideen zeigt, dass Thaxter wohl Recht hat, wenn er hier vorläufig einen wirklichen Geschlechtsakt voraussetzt

Es ist Thaxter's Verdienst, dass er uns nicht bloß die systematische Gruppierung der interessanten Pilze vorgeführt, sondern uns auch die Organisation in allen Einzelheiten beleuchtet hat. Trotzdem die künstliche Kultur noch nicht gelungen ist, führt er von mehreren Arten lückenlos die Entwicklung von der keimenden Spore bis zur Askusreife vor. Obgleich die Zahl der Zellen eine verhältnismäßig beschränkte ist, ist ihre Anordnung im Raume doch eine so verwickelte, dass auf eine genauere Wiedergabe der interessanten Resultate ohne Figuren Verzicht geleistet werden muss. Da die Arbeit ohnehin eine Beachtung in den weitesten Kreisen finden wird, so sollen hier nur wenige Punkte berührt werden.

Die L. sind Parasiten auf der Chitinhülle von Insekten, namentlich Käfern. Die von ihnen befallenen Tiere gehen ausnahmslos zu Grunde. Dabei findet ein Eindringen in den Körper des Tieres nur höchst selten statt, sondern der Pilz sitzt nur mit einer derben geschwärzten Spitze fest und empfängt seine Nährstoffe durch Diffusion durch die Chitinhaut. Der Körper besteht aus 3 Teilen. Das Receptaculum, der eigentliche Vegetationskörper, ist meist zwei- oder mehrzellig, in letzterem Falle zeigen aber die Zellen eine so verschiedenartige Anordnung, dass dadurch leicht die Gattungen getrennt werden können. An diesem Receptaculum sitzen nun die Anhängsel, einfache oder verzweigte Zellfäden, welche bei den einzelnen Formen konstante Verhältnisse aufweisen. An diesen Anhängseln (oder doch wenigstens in Verbindung mit ihnen) entstehen die Antheridien, welche die Antherozoiden produzieren. Die Antheridien sind bücherförmige Behälter, welche endogen die Antherozoiden bilden und sie durch eine halsartig ausgezogene Oeffnung ausstoßen. Zusammengesetzte Antheridien ent-

stehen dadurch, dass mehrere solche Behälter ihre Antherozoiden erst in einen gemeinsamen Hohlraum entleeren, der ebenfalls nach außen mit einer halsartigen Zelle mündet. Bei wenigen Gattungen endlich entstehen die Antherozoiden exogen als Aussprossungen kleiner Zweige. Diese Bildung unterscheidet sich nicht von der der gewöhnlichen Conidien.

Als 3. Teil des Pilzkörpers nun sind die Perithecien zu nennen, die je nach der Art in Ein- oder Mehrzahl auftreten können. Das Perithecium besteht wie bei allen Ancomyceten aus einem Gehäuse und dem inneren Kern mit den Schläuchen. Die Zellen des Gehäuses zeigen eine konstante nach den Gattungen verschiedene Anordnung. Gewöhnlich sind 2 einfache Zellschichten vorhanden, von denen die oberen Zellen der inneren Schicht die Kanalzellen darstellen. Bei der Sporenreife werden die Askuswände und diese Kanalzellen aufgelöst und die frei im Peritheciumhohlraum liegende Sporen treten durch die am Scheitel befindliche Oeffnung ins Freie. Die Entwicklung des Peritheciums von der Primärzelle hat Thaxter für mehrere Arten vollständig aufgedeckt. Die Einzelheiten, wie die Zelle sich teilt und wie aus den einzelnen Teilzellen die Gehäusezellen entstehen, können hier nicht geschildert werden. Wenn das Perithecium empfängnisfähig ist, so sind die Primärzellen des Gehäuses bereits vorhanden und umgeben den unteren Teil des Carpogons. Dieses besteht aus einer inneren Zelle, der Ascogonzelle, einer mittleren, welche später vergeht und einer oberen, Trichophorzelle, die an ihrem Scheitel einen Fortsatz trägt, welcher dem Trichochyn der Florideen entspricht. Das Trichochyn kann einfach oder mehrzellig, verzweigt oder unverzweigt sein. Nachdem die Antherozoiden sich angesetzt haben, beginnt die Entwicklung der Ascogonzelle. Sie teilt sich in 3 Zellen, von denen die mittlere sich durch eine Vertikalwand wieder in 2 teilt. Diese beiden sind die Mutterzellen der Schläuche, welche reihenweise aus ihnen hervorsprossen.

Bei der Schwierigkeit der Beobachtung ist grade der wichtigste Punkt, die Wanderung des Kerns des Antherozoids in die Ascogonzelle, noch unentschieden geblieben. Hier hätten also spätere Untersuchungen einzusetzen, um die Frage definitiv zur Entscheidung zu bringen, ob es sich bei den Laboulbeniaceen wirklich um einen den Florideen analogen Befruchtungsakt handelt. Das wird aber, da die Pilze auch bei uns vorkommen, wohl bald der Entscheidung näher gebracht werden. **Lindau** (Berlin). [36]

Tornier, Die Kriechtiere Deutsch-Ostafrikas.

Beiträge zur Systematik und Descendenzlehre.

Berlin 1897. (Geograph. Verlagsbuchh. Dietrich Reimer).

Das vorliegende große Werk über die Kriechtierfauna Deutsch-Ostafrikas ist nicht nur für den Systematiker von größtem Interesse,

sondern es ist auch, wie schon der Titel verrät, ein sehr beträchtlicher Teil einer descendenztheoretischen Frage, nämlich der nach der Entstehung der Zeichnung, oder, wie sich der Autor präciser ausdrückt „Farblagerung" bei einigen ostafrikanischen, äußerst variablen Reptilien (*Lygodactylus picturatus, Homalosoma lutrix*) und Fröschen und weiterhin auf dieser Basis der Zeichnungsfrage überhaupt gewidmet.

Schon die einleitenden Bemerkungen über das Sammeln und Konservieren der Kriechtiere sind sehr beachtenswert, nicht nur für ostafrikanische Verhältnisse passend, sondern allen Sammlern tropischer Reptilien ans Herz zu legen. Verf. dringt namentlich, um die Erkenntnis der Variabilitätsgrenzen der Arten und die sichere Charakterisierung derselben zu fördern, mit Recht auf Beachtung folgender Punkte:

1. Man sammle möglichst viele Exemplare aller Arten, deren man habhaft werden kann, auch junge und halbwüchsige, namentlich wenn sie auch nur im Farbkleid von einander abweichen.

2. Man mache besonders Jagd auf Kriechtiere, die sich in Begattung befinden: „Was sich in Freiheit miteinander begattet, gehört zu einer Art. Daher werfen Tiere, welche in der Begattung gefangen werden, ein helles Licht auf viele, sehr schwierige Fragen der Systematik. Sie sind für den Zoologen von unschätzbarem Wert".

3. Ferner achte man auf Junge, die aus einem Nest stammen etc. ...

Was den eigentlichen systematischen Teil anbelangt, in welchem alle bisher bekannten Arten der reichen Kriechtierfauna Deutsch-Ostafrikas mit genauer Fundortsangabe und vielen wertvollen Notizen (teils die Lebensweise betreffend und von den betreffenden Sammlern herrührend, teils systematischer Natur vom Verf.) aufgezählt sind, so ist hier namentlich hervorzuheben:

Die kritische Besprechung des *Sternothaerus*-Materials des Berliner Museums, aus der sich die Zusammengehörigkeit der beiden Arten *St. sinuatus* Smith und *St. nigricans* Donn. mit Sicherheit folgern lässt; die ausführliche Untersuchung *Lygodactylus picturatus* und seine Farbenvarietäten; der überzeugende Nachweis der Identität von *Zonurus frenatus* Pfeff. mit *Z. tropidosternum* Cope; die Bemerkungen über *Varanus ocellatus* Rüpp., *Holaspis guentheri* Gray, *Mabuia striata* Ptrs, namentlich aber über *Chamaeleon dilepis, bitaeniatus* Fischer (nach des Verf. eingehender und überzeugender Darstellung = *Ch. elliotti* Gthr. + *bitaeniatus* Fisch. + *leikipiensis* Stdchr. + *höhnelii* Stdchr.), und *Ch. fischeri* Reich.; ferner *Homalosoma lutrix* L., *Rhagerrhis oxyrhynchus* Rhdt., *Rana bravana* Ptrs, *Hylambates aubryi* und last not least die umfangreiche Bearbeitung der Gattung *Rappia*, welche allerdings kein positives Resultat hat, aber die trostlose Unzulänglichkeit der bisherigen Rappiensystematik enthüllt und eine höchst wertvolle Grundlage für spätere systematische Forschungen bildet. —

Von den neuen Arten sei besonders der Krallenfrosch *Xenopus boettgeri* [(von Boulenger Ann. Mag. Nat. Hist. (6) XVIII Nov. 96) zum Repräsentanten einer neuen Gattung der Zungenlosen: *Hymenochirus* erhoben] und die neue Blindwühlengattung und -art *Boulengerula boulengeri* hervorgehoben. *Hemidactylus bocagii* Tornier muss neu benannt werden, da eine Art dieses Namens bereits existiert (Blngr. Cat. Liz. I p. 125).

Der eigentliche Schwerpunkt der Arbeit liegt aber in der eingehenden Behandlung der Rappien-„Farbkleider" und aus den daraus gezogenen Schlüssen über die Phylogenese der tierischen Farbkleider.

Nach einer allgemeinen Einleitung, aus der wir die Abschnitte: 1. Ueber die Begriffe Farbe und Färbung, Farblage und Farbkleid. 2. Die hier in Betracht kommenden Gesetze der Optik. 3. Die Farben der tierischen Haut, hier nur dem Titel nach erwähnen wollen folgt 4. „Die Phylogenese der Farbkleider". Verf. hebt zuerst die wichtigsten Resultate hervor, welche Eimer aus seinen Forschungen über die tierischen Farbkleider gewonnen hat, schließt hieran eine Kritik der Arbeiten des Ref. über denselben Gegenstand, bespricht hierauf auch die Abhandlung Zenneck's und kommt schließlich zur Auseinandersetzung der Ergebnisse seiner eigenen Untersuchungen.

Ohne nun eine eingehende Widerlegung der Tornier'schen Zeichnungslehre versuchen zu wollen, die den Umfange eines Referates bedeutend überschreiten würde, hofft Ref. trotzdem klar legen zu können, dass dieselbe nicht annehmbar ist und mit Thatsachen die unbestreitbar sind, im Widerspruch steht.

Zuvor ist Ref. genötigt, einige Worte pro domo hier einzuflechten. Wenn der Autor meint, des Ref. Ansicht über die Phylogenese der tierischen Farbkleider sei durch die Hinfälligkeit der Annahme der Pigmentwanderung der Boden entzogen, so ist dies wohl zu weit gegangen; denn diese Angaben des Ref. lassen sich durchwegs mit der neueren Pigmentlehre zwanglos in Einklang bringen, wenn man statt „Auswanderung des Pigments" (Aufhellung): „Kontraktion und schließliche Degeneration der Chromatophoren"; für: „Einwanderung des Pigments" (Verdunklung): „Vermehrung der Pigmentzellen und Expansion der Chromatophoren" setzt. Ref. glaubt, durch diese Substitution lassen sich alle seine Angaben durchaus verstehen, seine Anschauungen vertreten und beibehalten und der Autor scheint auf p. 128 Zeile 11 von oben noch selbst eine solche Substitution für möglich gehalten zu haben!

Was nun die Ansicht des Autors über die Entstehung der Wirbeltierfarbkleider aus dem Maximum der Pigmentierung, also aus dem Melanismus anbelangt, welche er am deutlichsten und für diese Ansicht selbst am verhängnisvollsten auf p. 131 in dem Satze ausspricht „der Melanismus, wo er auftritt, ist als Rückschlag auf die Stammfarbe der Art zu betrachten", so ist diese Ansicht aus folgenden Gründen als unhaltbar zurückzuweisen.

1. Stützt er sich im Wesentlichen auf die totale Schwarzfärbung der freilebenden Amphibienlarven.

Diese Stütze ist aber sehr gebrechlich, denn

a) sind die Froschlarven, welche der Autor hier ausschließlich im Sinne haben kann, von keinerlei phylogenetischer Bedeutung, nicht einmal für die Anuren selbst;

b) haben auch die Anuren selbst keinerlei phylogenetische Bedeutung, da sie entschieden als ein besonders differenzierter Seitenzweig des Wirbeltierstammbaumes aufzufassen sind;

c) ist die Anzahl der Arten mit nicht oder sehr wenig pigmentierten Eiern schon in der deutschen Fauna eine sehr beträchtliche, nämlich ein Drittel *(Hyla, Alytes, Bombinator)* gegen zwei Drittel

dunkelpigmentierter Formen *(Rana, Bufo, Pelobates)* und diese letzteren Arten sind gewiss nicht ursprünglichere Formen als die ersteren;

d) kennen wir noch viel zu wenig Anuren-Eier und Kaulquappen im Allgemeinen, um zu wissen, wie das Verhältnis sich in dem ganzen Anurenreich gestalten würde;

e) sind die Urodelen, welche phylogenetisch von wirklicher Bedeutung sind, der Annahme des Autors durchaus nicht günstig, denn soweit bekannt, sind die Eier undfreilebenden Larven durchwegs pigmentlos oder wenig pigmentiert, und erhalten ihre dunklere Färbung erst im weiteren Laufe der Entwicklung; nicht einmal die Larven der *Salamandra maculosa* sind schwarz und die Eier und Larven des doch so dunkel gefärbten *Triton cristatus* sind überhaupt pigmentlos und die Larve erhält erst mit der Entwicklung der Vorderbeine Pigment (vier Fleckenreihen, wovon sich zuerst die dorsalen, dann auch die lateralen zu Längsstreifen vereinigen — also wieder ein schwerwiegender ontogenetischer Beweis gegen Eimer);

f) sind die freilebenden Cyclostomenlarven *(Ammocoetes)* ebenfalls durchaus schwach pigmentiert, also auch bei einer dritten Gruppe freilebender Wirbeltierlarven die Thatsachen der Annahme des Verf. ungünstig;

g) findet man unter den ganzen, als Ahnen der Wirbeltiere von den meisten in Anspruch genommenen Tierformen ganz abgesehen von den Tunicaten und *Amphioxus*, deren fehlende Pigmentierung ja durch pelagische oder verborgene Lebensweise erklärt werden kann, unter Cyclostomen, Selachiern und Ganoiden keine einzige melanische Form (wenigstens soweit dem Ref. bekannt ist!)

2) Ist der Melanismus, auch wo er bei höheren Wirbeltieren auftritt, von keiner phylogenetischen Bedeutung, denn:

Unter den Reptilien ist der Melanismus eine Erscheinung, welche erst bei alten Exemplaren auftritt, während die Jungen die normale und typische Färbung und Zeichnung der Art besitzen *(Vipera berus* — deren Stammform [*V. ursinii*], nebenbei bemerkt, gerade niemals Melanismus erkennen lässt, — *Zamenis gemonensis, constrictor, Xenodon Neuwiedii, Coluber obsoletus, Lycophidium laterale, Tropidonotus natrix; Lygosoma nigrum; smaragdinum;* u. v. a.). Oder er ist konstant und wir finden auch schon die Jungen schwarz (bei *Atractaspis, Acontias burtonii, Naia tripudians* var. *atra*) und in diesen Fällen kann man allerdings sagen, die Gattung, Art oder Varietät sei eine melanische, aber niemand würde deswegen auch nur zu behaupten wagen, die Viperiden, Scincoiden oder Colubriden wären ursprünglich melanische Formen gewesen [alles dies gilt auch von den anderen Wirbeltieren![1])]. Tornier

1) Auch bildet sich ontogenetisch immer die dunkle Zeichnung zuerst, während der übrige Körper noch gar nicht oder nur sehr wenig pigmentiert ist — nach Tornier müssten aber bei den jungen Reptilien aus ursprünglich totaler Schwanzfärbung die Zeichnung durch Verblassen der übrigen Körperstellen sich hervorheben. Wo Jugendstadien wirklich schwarz gefärbt sind (bei *Rana, Bufo, Pelobates, Hyla appendiculata, Algiroides*), da tritt zuerst ein ganz gleichmäßiges Verblassen ein und dann erst bildet sich die dunkle Zeichnung auf dem heller gewordenen Grunde aus!

geht aber noch weiter und behauptet: Der Melanismus ist, wo er auftritt, als Rückschlag zur Stammfarbe der Art aufzufassen. Das heißt also: Jede Art ist ursprünglich schwarz gefärbt gewesen.

Legen wir uns nun klar, was das bedeuten soll: ist jede Art ursprünglich schwarz gewesen, so ist die Zeichnung jeder Art selbständig entstanden, die Homologie der Zeichnung bei verschiedenen Arten einer Gattung, einer Familie, Ordnung und vielleicht auch Klasse, auf welche zuerst hingewiesen zu haben ein großes, unbestreitbares und noch immer nicht genügend gewürdigtes Verdienst Eimer's trotz der Fehler in der weiteren Ausführung dieses Gedankens ist, und welche so evident ist, dass keinerlei weitere Untersuchung an diesen Thatsachen selbst, sondern höchstens an dem Grade der Zulässigkeit solcher Homologisierungen etwas ändern können, würde durch diese Annahme vollständig in Frage gestellt werden. Wir hätten hier natürlich nur Analogien statt Homologien und wenn zwei verwandte Arten auch eine vollständig übereinstimmende Zeichnung haben, wie *Simotes subcarinatus* und *signatus; Lacerta muralis fusca, danfordi, laevis, brandtii;* so sind diese Zeichnungen nicht homolog, denn sie sind ja nicht direkt von der gemeinsamen Stammform ererbt, sondern haben sich selbständig jedesmal aus der schwarzen Stammfarbe der Art entwickelt.

Der Autor kann entweder nicht ermessen haben, welche Folgen diese seine Annahme haben musste oder er hat sich an dieser Stelle nicht exakt genug ausgedrückt; den durch die Einführung der schwarzen Stammfarbe der Art hat er einen ähnlichen Fehler begangen, als wollte er sagen: Jede Säugetierart ist ursprünglich ein Reptil gewesen. Es ist höchstwahrscheinlich, dass der Stamm der Säugetiere von reptilienähnlichen Vorfahren ausging; aber weder der Igel, noch der Tiger, noch der Seehund sind jemals Reptilien gewesen! Ebenso verhält es sich in unserem Falle. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Stammform der Selachier, der Urodelen, der Anuren, der Apoden, der Eidechsen, verschiedener Säugetierfamilien (in denen die Zeichnung mehrmals selbständig entstanden sein dürfte), vielleicht auch die der Schildkröten, einfarbig braun gefärbt war und der Ref. hat diese Ansicht in seinen eigenen Arbeiten mehrmals ausgesprochen; aber schon für die Stammform der Schlangen und Vögel gilt dies nicht mehr, die jedenfalls schon von gezeichneten, eidechsenähnlichen Vorfahren abstammen; um wieviel weniger von jeder einzelnen Art!

Wir sehen also, dass Tornier ein Endstadium der Wirbeltierzeichnung zum Ausgangspunkt seiner Ausführungen genommen hat und es ist daher kein Wunder, dass er die Buchstaben, aus welchem man nach Eimer die Entwicklungsgesetze der Natur lesen kann, die Zeichnung, von hinten gelesen hat, ebenso wie Eimer das Buch der Natur von der Mitte begonnen hat. Es ist dem Ref. leicht gemacht, die Schwächen dieser falschen Lesarten darzulegen, während er seinerseits nicht fürchten muss, widerlegt zu werden, da er Thatsachen zu der einzig richtigen Lesung für sich hat. Die Fehler in der Tornier'schen wie in der Eimer'schen Theorie sind Einseitigkeit; weder die *Lacerta muralis* mit ihren Varietäten noch auch die Rappien in ihrer Mannigfaltigkeit, zusammen mit *Lygodactylus* und *Homalosoma* sind genügend, um als

Basis für die Erkenntnis der Zeichnung zu dienen. Die Rappienzeichnungen lassen sich auch von der sechsstreifigen Zeichnung der Raniden (siehe *Racophorus leuconystax* und viele *Rana*-Arten) ohne Schwierigkeit und jedenfalls mit mehr Berechtigung als aus einer schwarzen Stammform ableiten; und wenn von den in Tornier's hochinteressanter Rappientabelle abgebildeten Formen einmal einzelne sich zu wirklich distinkten Arten ausgebildet haben werden, so werden diese Arten gewiss nicht ursprünglich schwarz, sondern ursprünglich gefleckt, gestreift, retikuliert u. s. w. sein, und wenn die ursprüngliche Färbung der Arten einfarbig schwarz ist, so kann sich eigentlich keine neue Art aus einer gezeichneten oder einfarbig hellen entwickeln, ohne gegen das Tornier'sche Gesetz zu verstoßen.

Trotz dieser offenbaren Schwäche ist das Werk als ein wertvoller Beitrag zur Kenntnis der ostafrikanischen Kriechtierfaune höchst beachtenswert und ein nachahmenswertes Beispiel, wie derartige Faunen für alle Gebiete der Zoologie fruchtbringend und anregend zu gestalten sind.

Schließlich wäre noch zu bemerken, dass der Ref. nicht im stande war, in seinen eigenen Arbeiten das Experiment mit *Salamandra atra*, welches ihm vom Autor p. 127 zugeschrieben wird, erwähnt zu finden, da Ref., soweit er sich erinnern kann, ein solches nicht angestellt hat. Sollte nicht etwa *Acerina cernua* oder *Triton cristatus* zu lesen sein? [39]

Dr. **Franz Werner** (Wien).

Die deutsche Seefischerei auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung.

Von **H. Henking.**

In Nr. 5 des Biolog. Centralblattes (Bd. XVII, 1897) hat Herr C. Matzdorff eine Besprechung der wissenschaftlichen Abteilung der Seefischerei-Ausstellung in Berlin gegeben, welche von dem damals dort Gebotenen nicht nur ein gutes Bild giebt, sondern auch durch die der Ausstellung entnommenen biologischen Detailangaben gewiss Manchem willkommen sein wird. Nur Eines scheint mir in der Besprechung nicht scharf genug hervorzutreten, nämlich dass die Ausstellung der wissenschaftlichen Objekte nicht eine bloße Augenweide für das Publikum sein und nicht nur eine Vorstellung der zufällig verfügbaren Spirituspräparate bilden sollte, sondern sie war von dem durchaus originellen Gedanken geleitet, gewissermaßen eine körperliche Repräsentation unserer Kenntnisse von den nutzbaren Seetieren und ihrer Biologie zur Anschauung zu bringen. Es hatten sich daher die Museen von Berlin, Hamburg, Kiel, Lübeck, Rostock, Greifswald und Königsberg mit der biologischen Anstalt auf Helgoland und dem Deutschen Seefischereiverein vereinigt, sie hatten besonders schöne und charakteristische Stücke ihrer Sammlung hergegeben und indem so von allen Seiten unter Vermeidung von Wiederholungen die ergänzenden Stücke zusammenströmten, war thatsächlich eine Sammlung

zustande gekommen, wie sie kein Museum der Welt besitzt. Dem Besucher der Berliner Ausstellung war somit Gelegenheit gegeben, etwas so vollständiges zu sehen, wie er es sonst nur haben kann, wenn er eine beträchtliche Zahl von Museen besucht und auf diesen Punkt hin eingehend studiert.

Nunmehr sind die Objekte wieder weithin zerstreut, es verdient aber die Idee, welche sie zusammengeführt hatte, festgelegt und vielen Museen als ein Ziel für ihre Sammelthätigkeit empfohlen zu werden.

Die Gerechtigkeit erfordert es, dass bei dieser Gelegenheit ausdrücklich betont wird, dass diese Idee der wissenschaftlichen Ausstellung ausschließlich von Herrn Prof. Dr. F. Heincke, Direktor der biolog. Anstalt auf Helgoland herrührt und in ihrer Ausführung im Einzelnen geleitet ist. Heincke hat die Verhandlungen mit den einzelnen Museen geführt, hat die ergänzenden Stücke herbeigeschafft und man muss ihn vor der Eröffnung der Ausstellung beobachtet haben, mit welcher Sorgsamkeit und in wie geschmackvoller Weise er es verstanden hat, die einzelnen Gegenstände eigenhändig zu gruppieren, um die Anziehungskraft zu verstehen, welche die Sammlung bis zur letzten Stunde auf die Besucher ausgeübt hat. Heincke legte mit Recht besonderes Gewicht auf den gewissermaßen als zweites Ziel hinzustellenden Umstand, die Objekte nicht wie nach einer Schablone rein systematisch zu ordnen, sondern die zusammengehörenden Formen nach malerischen Gesichtspunkten zu gruppieren, sodass sie auch als Ganzes einen wohlgefälligen Eindruck machen.

Ich bin der Ueberzeugung, dass Heincke bei gleichzeitiger Beachtung eines solchen äußerlichen Momentes den Boden der wissenschaftlichen Anforderungen niemals verlassen hat. Es braucht doch die Langweiligkeit nicht die unzertrennliche Genossin der Wissenschaft zu sein, wenngleich es nicht ohne Begabung möglich ist, die Anmut an die Stelle der ersteren zu setzen.

Besonders anzuerkennen war an den ausgestellten Sachen, wie bereits Matzdorff hervorhob, die meisterhafte Konservierung und vollendete Montierung der größten Zahl von Gegenständen.

Hier verdient die königl. biologische Anstalt auf Helgoland an erster Stelle genannt zu werden; an ihrer Ausstellung erkannte man wiederum, dass ein klarer Grundgedanke bei Sammlung der Objekte die Richtschnur gebildet hatte; denn diese schönen Serien von Entwicklungsbildern, welche sie als durchaus neu vorgeführt hat, erfordern eine lange planmäßige Sammelarbeit und wenn hier Namen genannt werden, verdienen Herr Prof. Heincke und Herr Dr. Ehrenbaum besondere Berücksichtigung; aber auch der vortreffliche Fischmeister Lornsen und das ganze zum Konservieren angestellte Personal

der Helgoländer biologischen Anstalt haben ein rühmliches Zeugnis ihrer Leistungsfähigkeit abgelegt.

Denn gerade die Helgoländer Sachen zeichneten sich neben den wunderbar schönen Präparaten des Herrn Dr. M. von Brunn (Hamburger Museum) durch vortreffliche Konservierung aus, von den großen Plattfischen bis zu den Austern und Mitbewohnern der Austernbänke, welche letztere unter der kunstfertigen Hand des Herrn Präparater Bullemer (Berliner Museum) nach Anweisung von Herrn Geheimrat Möbius zu den vielfach bewunderten Stillleben der Austernbiocönose gruppiert waren.

In der Ausstellung war der Grundsatz besonders zur Durchführung gekommen, möglichst die natürlichen Verhältnisse nachzuahmen.

Die Fische z. B. sollten nach Möglichkeit nicht auf dem Kopfe oder Schwanze stehend aufgestellt werden, sondern horizontal, wie sie schwimmen. Und ich glaube, dem Einwurfe, dass Derartiges, wie es in Berlin versucht sei, sich lediglich für eine Schausammlung für das große Publikum eigne, nicht aber für die erhabene Wissenschaft erforderlich sei, lässt sich leicht begegnen. Denn auch der ernste Forscher wird den oft so charakterischen Eindruck, den das Lebewesen in seiner natürlichen Haltung hervorbringt, nicht immer entbehren mögen und er würde es gewiss nicht gerechtfertigt finden, wenn in einer Sammlung der größte Teil der Säugetiere, nicht auf den Füßen, sondern auf dem Kopfe stehend, aufbewahrt würde.

H. Fol, Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie mit Einschluss der vergleichenden Histologie und Histogenie.

2. Lieferung: „Die Zelle". Mit 136 Abbildungen. 8°. 243 S. Leipzig, Verlag von Wilh. Engelmann, 1896

Vier Jahre sind seit dem Tode von Prof. Hermann Fol verflossen. Im März 1892 schiffte er sich zu einer Forschungsreise nach Tunis und dem griechischen Archipel ein; seit der Zeit ist er verschollen. Die vorliegende zweite Lieferung seines Werkes war damals zum Druck bereit und ist nun vor kurzem unverändert herausgegeben worden, „trotz der sich darbietenden Schwierigkeit, dass mehrere wichtige Arbeiten seitdem erschienen waren", wie M. Bedot im Vorwort sagt.

Das Buch behandelt die Lehre von der tierischen Zelle im weitesten Sinn auf verhältnismäßig kleinen Raum. Denn es sind auf gerade 200 Seiten sowohl die wesentlichsten Zellformen und Zelleigenschaften des gesamten Tierreiches, als auch die Produkte der Zellthätigkeit, die interzellulär abgelagerten wie die ausgeschiedenen, durchgesprochen. Das Werk ist eingeteilt in vier Abschnitte: 1. Bau der ruhenden Zelle; 2. Teilung der Zelle; 3. Absonderungen und Erzeugnisse der Zelle; 4. innere Spezialisierungen der Zelle. Im ersten Abschnitt macht sich der im Vorwort angedeutete Mangel, dass wichtige neue Arbeiten unerwähnt bleiben, am meisten bemerkbar. Von den modernen Theorien

über die Struktur des Protoplasmas, den Arbeiten von Bütschli, Altmann etc. findet sich in dem Werk z. B. noch nichts. Mit besonderem Interesse liest man den zweiten Abschnitt, der gründlicher als die übrigen bearbeitet ist, wohl weil in ihm der Verfasser viele eigene Beobachtungen im Text und Bild mitzuteilen Gelegenheit fand. Im dritten Abschnitt kommen dann die Drüsenabsonderungen, die intrazellulären Ablagerungen von Nährstoffen, die Erzeugung der verschiedenen Stützgewebe zur Abhandlung, im vierten endlich die Differenzierungen der Zelle zu besonderen Leistungen, also der Aufbau des Muskel- und Nervengewebes. Auch bei der Histologie des Nervengewebes konnten wieder unter Anderem manche neueren Entdeckungen keine Berücksichtigung finden.

Das Werk ist reich mit Bildern ausgestattet und enthält hinter jedem Abschnitt ein Litteraturverzeichnis. R. H. [63]

O. Schultze, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere.

Erste Hälfte. Mit 151 Abbildungen und 6 Tafeln. 8°. 176 S. Leipzig, Verlag von Wilh. Engelmann, 1896.

Dem Vorwort nach lag es in der Absicht des Verfassers, einen Grundriss der Entwicklungsgeschichte für den Arzt zu schreiben, nicht für den Anatomen und Embryologen. Der Verfasser hat darum fast Alles, was ins Kapitel der vergleichenden Entwicklungsgeschichte gehört, fortgelassen und sich im Wesentlichen auf die Entwicklung des Menschen, und wo die Erkenntnis derselben noch nicht weit genug fortgeschritten ist, auf die der Säugetiere beschränkt. Es ist damit ein Werk geschaffen, das den Bedürfnissen des Mediziners besser angepasst ist, als das bei den bisherigen Lehrbüchern der Fall ist. Das Werk soll eine Neubearbeitung des Kölliker'schen Grundrisses der Entwicklungsgeschichte sein, von dem vor 10 Jahren die letzte Auflage erschien. Indessen kann man wohl kaum noch von einer Neubearbeitung sprechen, wenigstens ist in der vorliegenden 1. Hälfte des Werkes so gut wie Alles neu im Vergleich zu Kölliker's Buch, was aber bei der Aufgabe, die der Verfasser sich stellte, nicht verwunderlich ist; denn gerade in der Entwicklungsgeschichte der Säugetiere ist in dem letzten Jahrzehnt sehr viel Neues zu Tage gefördert worden, und die neuesten Forschungen finden in dem Werk Berücksichtigung.

Die ersten 60 Seiten über die Entwicklung der Leibesformen sind geradezu klassisch geschrieben, so klar und so kurz wie möglich; dazu giebt der Verfasser eine Reihe vortrefflicher Bilder, die einmal den Embryo im Ganzen in den verschiedenen Entwicklungsstadien und zweitens von jedem der abgebildeten Stadien Serienschnitte darstellen. Das ist so außerordentlich übersichtlich, wie in keinem der sonst verbreiteten Lehrbücher. Sehr eingehend behandelt der Verfasser sodann die Embryonalhüllen in den verschiedenen Klassen der Säugetiere, vielleicht zu eingehend, denn zwei Drittel des Bandes füllt dies Kapitel. Auch hier ist der Text reich und ausgezeichnet illustriert. Der zweite Band soll die Organogenie umfassen. Wenn er dem ersten entsprechend ausfällt, so wird das Werk für jeden Mediziner höchst empfehlenswert sein.

R. H. [64]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. Juni 1897.** **Nr. 11.**

Inhalt: **Baldwin**, Organische Selektion. — **Wierzejski**, Ueber die Entwicklung des Mesoderms bei *Physa fontinalis*. — **Gardner**, Zur Frage über die Histogenese des elastischen Gewebes. — **Bütschli**, Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. — **Haeckel**, Systematische Phylogenie der wirbellosen Tiere. — **Born**, Ueber Verwachsungsversuche mit Amphibienlarven. — **Petri**, Das Mikroskop. Von seinen Anfängen bis zur jetzigen Vervollkommnung für alle Freunde dieses Instrumentes. — Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

Organische Selektion.

Von **J. Mark Baldwin.**

(Uebersetzt von Dr. Arnold E. Ortmann.)

In einigen neueren Publikationen[1]) ist eine Hypothese aufgestellt worden, die es zu ermöglichen scheint, zwischen den beiden rivalisierenden Vererbungstheorien einen Mittelweg zu finden. Diese Hypothese ist kurz die folgende.

Wenn wir die Wirkung der Naturzüchtung, wie sie gewöhnlich aufgefasst wird, annehmen, und wenn wir ebenso annehmen, dass das Individuum durch Adaptation Modifikationen oder neue Charaktere erwirbt, dann muss der letztere Vorgang auf den ersteren einen richtenden Einfluss ausüben, der ganz unabhängig ist von einer direkten Vererbung von erworbenen Modifikationen. Organismen nämlich, die in Folge adaptiver Modifikationen überleben, werden auf die nächste

1) J. Mark Baldwin, Bericht über die Diskussion vor der N. Y. Acad. Sci., Jan. 31, 1896, in: Science, March 20, 1896; ferner: Americ. Naturalist, June-July, 1896. — H. F. Osborn, Proc. N. Y. Acad. Sci., March 9, April 18, 1896. — C. Lloyd Morgan, Habit and Instinct (Oct. 1896, p. 307 ff.).

Die vorstehende kurze Darstellung wurde unter Zuratziehen von Principal Morgan und Prof. Osborn entworfen. Beiden Herren bin ich für gewisse Andeutungen, deren Benutzung sie mir gestatteten, und die wörtlich dem Text einverleibt sind, zu Dank verpflichtet: hierher gehört u. a. der Vorschlag, diesen Artikel „Organische Selektion“ zu betiteln. Wenn indessen auch diese Mitwirkung der vorliegenden Mitteilung größeres Gewicht verleihen mag, so bin ich doch allein für die Publikation derselben verantwortlich.

Generation irgendwelche „koinzidierenden Variationen“ (d. h. angeborne Variationen, die in derselben Richtung liegen, wie die adaptiven Modifikationen), die sie zufällig besitzen, übertragen, und somit wird eine weitere Variation in derselben Richtung ermöglicht. Alsdann wird in einer gegebenen Reihe von Generationen, deren Individuen in Folge des Einflusses dieser Modifikationen überleben, eine allmähliche accumulative Entwicklung der koinzidierenden Variationen durch die Wirkung der Naturzüchtung eintreten, kurz: die adaptiven Modifikationen wirken als ein Schutzmittel, unter dem sich angeborne Variationen und ihre Korrelationen fortsetzen und entwickeln können. So erhält die Art die nötige Zeit, um durch koinzidierende Variation Charaktere zu entwickeln, die von den durch erworbene Modifikation erlangten nicht zu unterscheiden sind, und die Rassen-Entwicklung wird in diesen durch private und individuelle Adaptation angedeuteten Richtungen fortschreiten. Es wird allerdings so erscheinen, als ob die Modifikationen direkt vererbt werden, in Wirklichkeit haben sie aber nur als die Beschützer der kongenitalen Variationen gewirkt.

Es folgt hieraus, dass unter diesem schützenden Einfluss der Modifikationen die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von koinzidierenden Variationen mit jeder Generation stark vermehrt werden muss: denn das Mittel der kongenitalen Variationen wird sich nach den adaptiven Modifikationen hin verschieben, da unter der Wirkung der Naturzüchtung in den vorhergehenden Generationen diejenigen Variationen, die nicht koinzidierend sind, immer mehr verschwinden[1]).

Ferner ist neuerdings nachgewiesen worden, dass es, unabhängig von der physischen Vererbung, unter den Tieren einen Prozess giebt, durch den eine Kontinuität der socialen Umgebung erreicht wird, sodass diese Organismen, die in einer socialen Gemeinschaft, wie z. B. in der Tierfamilie, geboren würden, sich an die Gewohnheiten der Gemeinschaft accomodieren. Lloyd Morgan[2]), im Anschluss an Weismann und Hudson, hat den Ausdruck *Tradition* für das Ueberliefern von dem, was von den vorangehenden Generationen erworben wurde, gebraucht, und ich habe die Phrase *sociale Vererbung* eingeführt[3]) für die Accomodation der Individuen jeder Generation an die Umgebung, wodurch Kontinuität der Tradition erreicht wird.

Es erscheint wünschenswert, eine bestimmte Terminologie aufzustellen, um die Diskussion dieser Probleme der organischen und geistigen Entwicklung zu erleichtern, und ich erlaube mir, hier die folgende vorzuschlagen.

1) Diese Seite ist ganz besonders von mir betont worden; vergl. Americ. Naturalist, June 1896, p. 447 ff.

2) Introduction to Comparative Psychology, p. 170, 210 und Habit and Instinct, p. 103, 342.

3) J. Mark Baldwin, Mental Development in the Child and the Race, Jan. 1895, p. 364 und Science, Aug. 23, 1895.

Variation: Dieser Ausdruck sollte auf die „blastogene" oder „angeborne" Variation beschränkt werden.

Accomodation: Funktionelle Anpassung des Individuums an seine Umgebung. Der Ausdruck wird in diesem Sinne sehr häufig von den Psychologen, und in einem analogen Sinne von den Physiologen angewendet [1]).

Modifikation (Lloyd Morgan): Aenderung der Struktur oder Funktion, verursacht durch Accomodation. Sie umfasst die „ontogenetische Variation" (Osborn), d. h. alle Aenderungen, die von den während der Ontogenese wirkenden Ursachen herbeigeführt werden.

Koinzidierende Variation (Lloyd Morgan): Variationen, die mit der Richtung der Modifikationen zusammenfallen oder ihr nahe kommen.

Organische Selektion (Baldwin): Die Fortführung und Weiterentwicklung von angebornen koinzidierenden Variationen in Folge von Accomodation.

Orthoplasie (Baldwin): Der richtende oder bestimmende Einfluss der organischen Selektion bei der Entwicklung [2]).

Orthoplastische Einflüsse (Baldwin): Alle Faktoren der Accomodation (Plastizität, Imitation, Intelligenz etc.), die durch organische Selektion dem Lauf der Entwicklung eine bestimmte Richtung geben.

Tradition (Lloyd Morgan): Die Ueberlieferung von erworbenen Gewohnheiten von Generation zu Generation, unabhängig von physischer Vererbung.

Sociale Vererbung (Baldwin): Der Vorgang, durch welchen Individuen jeder Generation den Traditions-Inhalt sich aneignen und in die Gewohnheiten und Gebräuche ihrer Art sich hineinfinden [3]).

Princeton University, Princeton, New-Jersey, March 13, 1897.

1) Osborn glaubt, dass „individuelle Anpassung" hierfür genügt: dieser Ausdruck hebt jedoch den Unterschied von „Accomodation" und „Modifikation" nicht genügend hervor. „Anpassung" wird gewöhnlich in einem unbestimmten, allgemeinen Sinne gebraucht.

2) Man könnte Eimer's „Orthogenesis" adoptieren, wenn man diese von ihrer Verbindung mit der Hypothese der „orthogenen" oder „bestimmt gerichteten" Variationen und der Gebrauchs-Vererbung freimachen könnte. Die Auffassung, die ich hier charakterisieren will, ist in gewissem Grade ein Substitut für diese Hypothesen.

3) Prof. Lloyd Morgan hält diesen Ausdruck für überflüssig. Es besitzt derselbe jedoch den Vorzug, dass er den populären Phrasen „sociale Erbschaft" und „sociale Ererbung" entspricht. Auf der andern Seite erscheint „Tradition" unzureichend: nach dem gewöhnlichen Gebrauch bezeichnet sie nämlich das, was überliefert wird, das Material, während wir bei den Tieren hauptsächlich mit den Erwerbungsvorgängen uns zu beschäftigen haben. „Sociale Vererbung" lenkt ferner die Aufmerksamkeit auf die Verknüpfung der Generationen unter einander. Ich glaube also, dass beide Ausdrücke hier am Platze sind. Betreffs einer weiteren Rechtfertigung der Ausdrücke „sociale Vererbung" und „organische Selektion" vgl. Americ. Naturalist, July 1896, p. 552 ff.

Ueber die Entwicklung des Mesoderms bei *Physa fontinalis* L.

Von **Anton Wierzejski** in Krakau.

Nach sicher gestellten Angaben vieler Forscher, die sich mit der Embryologie der Gasteropoden befasst haben, geht bei diesen Tieren das ganze Mesoderm aus einer einzigen Zelle der sogenannten Urmesodermzelle hervor. Dieselbe entstammt einer von den 4 Makromeren des 4-zelligen Stadiums und zwar ist es in der Regel die hintere linke, welche sich auf einem bestimmten Furchungsstadium, gewöhnlich in der 6. oder 7. Generation als die unzweifelhafte Urmesodermzelle kundgiebt. Dieselbe teilt sich zunächst ungleich und giebt die kleinere Hälfte an das künftige Entoderm ab, hierauf teilt sie sich wieder längs der Medianebene in gleiche Teile, welche von nun an die bilaterale Anlage des Mesoderms repräsentieren. Aus letzterer entstehen im weiteren Verlaufe der Entwicklung die ebenfalls bilateralen Mesodermstreifen des Gastrulastadiums. Dieser einfache Modus der Mesodermbildung hat nach bisherigen Ergebnissen zu schließen eine weite Verbreitung in der Reihe nicht nur der Gasteropoden, sondern auch der Pteropoden und Lamellibranchiaten, darf somit mit Recht als typisch angesehen werden. Bekanntlich wurde er auch bei Anneliden festgestellt.

Es sind aber auch bereits mehrere Fälle beschrieben worden, in denen die Mesodermbildung von diesem als allgemein geltenden Typus mehr oder weniger abweicht. Einige derselben lassen sich wohl mit gutem Grunde auf denselben zurückführen, andere dagegen bieten dem Verständnis bedeutende Schwierigkeiten, falls man sie nicht einfach zurückweisen will. So namentlich diejenigen, in denen eine ektodermale Entstehung des mittleren Keimblattes behauptet worden ist (Sarassin, Bobretzky, Fol, Ziegler), und im noch höheren Maße diejenigen, in denen dasselbe einen doppelten Ursprung nehmen soll (z. B. nach Lillie bei *Unio*). Die Zahl solcher abweichender Angaben steigt mit dem Fortschritte unserer Forschung und insofern dieselben begründet sind, liefern sie den Beweis, dass die Mesodermfrage bei Mollusken keineswegs als endgiltig erledigt zu betrachten ist, wie man es aus diesbezüglichen Aeußerungen mancher Embryologen folgern möchte. Angesichts dessen dürften auch die nachfolgenden Angaben, betreffend *Physa fontinalis* einiges Interesse beanspruchen.

Bei diesem Gasteropoden entstehen nämlich die bilateralen Mesodermstreifen, ähnlich wie bei *Unio* (Lillie), aus doppelter Anlage 1. aus der Urmesodermzelle, 2. aus zwei bilateral liegenden Ektodermzellen.

Bevor ich hier den Beweis dafür erbringe, will ich zunächst in Kürze auf den allgemeinen Charakter der Furchung bei diesem linksgewundenen Gasteropoden hinweisen. Es ist das Verdienst Cramp-

ton's[1]) zuerst gezeigt zu haben, dass bei der amerikanischen *Physa heterostropha* die Furchung anders verläuft als sonst bei rechtsgewundenen Gasteropoden. Der Gegensatz giebt sich nämlich bei derselben bereits beim Uebergang vom 2-zelligen zum 4-zelligen Stadium in der Weise kund, dass die erste Spirale eine rechte ist, statt wie sonst eine linke und infolge dessen die beiden Furchungsebenen eine entgegengesetzte Lage bekommen. Auch in den folgenden Furchungsstadien bis zum 24-zelligen wiederholen sich Gegensätze in der Richtung der jedesmaligen Spirale. Dieselben Gegensätze habe ich auch bei der europäischen *Physa* (die mit der amerikanischen identisch sein mag?) festgestellt. An dieser Stelle interessiert uns vor allem die Lage der Urmesodermzelle D, welche nicht wie sonst hinten und links sondern hinten rechts zu liegen kommt. Es würde uns zu weit führen auf die einzelnen Erscheinungen der Furchung näher einzugehen, wir wollen dieselben somit nur insoferne berücksichtigen, als sie zum Verständnisse der Herkunft des Mesoderms unumgänglich notwendig sind. Was nun zunächst die Urmesodermzelle betrifft, so sind ihre Genese und ihr weiteres Schicksal bis zu späten Furchungsstadien wesentlich dieselben wie diejenigen anderer auf ihre Furchung genau untersuchten Gasteropoden. Auch bei *Physa* entstehen drei Generationen von Mikromeren und durch weitere Vermehrung derselben kommt das 24-zellige Stadium zustande. Ist dasselbe erreicht, so tritt eine längere Ruhepause ein. Hierauf teilen sich die Zellen der Vierergruppe $6^{4\,2}$), es entsteht das 28-zellige Stadium (vom ungeteilten Ei bis zu diesem Stadium verfließen etwa 32 Stunden). Die Urmesodermzelle zeichnet sich auf diesem Stadium unter den 4 Makromeren des vegetativen Poles dadurch aus, dass sie nach außen stark vorgewölbt ist und in die Furchungshöhle tief hineinragt. Sobald sich die Gruppe 6^3 zur Teilung vorbereitet, bemerkt man auch in ihr die Ausbildung der Spindel. Die Teilung erfolgt aber in der Regel erst dann, wenn bereits 32 Zellen vorhanden sind und zwar schnürt sich von ihr etwas nach links eine kleine Entodermzelle gegen das Centrum des vegetativen Poles ab $\left(D^{6.1} < \begin{matrix} d\ 7^2 \\ d\ 7^1 \end{matrix}\right)$. Die Mutterzelle $d^{7.2}$ enthält von nun an bloß die Elemente des Mesoderms. Die nächste Teilung derselben findet erst auf dem Stadium von 44 Zellen statt. Diesmal aber wird die Urmesodermzelle in der Richtung der Medianebene halbiert und repräsentiert von nun an die bilaterale Anlage des Mesoderms. Auf dem Stadium von etwa 52 Zellen sieht man noch zwischen den beiden Descendenten den Zwischenkörper, ihre Indices wären $d^{8.3}$, $d^{8.4}$, mit Rücksicht darauf aber, dass beide in derselben Ebene liegen, haben

1) H. E. Crampton, Reversal of Cleavage in a Sinistral Gasteropod. Ann. N. I. Acad. Sc. VIII. 1894.

2) System nach Kofoid.

die Ziffern 3 und 4, die sich auf die höhere und tiefere Lage der Furchungszellen beziehen, keine weitere Bedeutung; wir wollen der Einfachheit halber von nun an das paarige Urmesoderm mit *M* bezeichnen und die nächsten Descendenten, insofern sie bedeutend kleiner sind mit *m* (Mesoderm-Mikromeren). Die Abschnürung solcher 2 Mesoderm-Mikromeren erfolgt etwa auf dem 62—64zelligen Stadium und zwar nach 48 Stunden[1]), dieselbe kommt gewöhnlich nicht gleichzeitig zustande, sondern ein *M* läuft in der Ausbildung der Spindel dem anderen voraus. Die Richtung derselben ist senkrecht vom vegetativen zum animalen Pol. Die beiden *m*, welche der neunten Generation angehören, kommen vor die beiden *M* zu liegen (vom vegetativen Pol aus betrachtet). Die nächste Teilung der Makromeren findet auf bedeutend späteren Stadien statt. Die Spindeln treten in ihnen in verschiedenen Phasen auf, etwa zwischen dem 78- und 90-zelligen Stadium (nach Verlauf von ca. 50 Stunden). Das Resultat dieser neuen Teilung sind 2 Mesoderm-Makromeren *M' M'*, welche der 10. Generation angehören; sie lagern sich in der Weise, dass die zwei zuerst gebildeten Mikromeren zu vorderst liegen in der Medianebene (vom vegetativen Pol aus betrachtet), hinter ihnen die 2 Makromeren *M M* und die anderen zwei *M' M'* sind nach rechts und links verschoben und gegen den animalen Pol gedrängt. In dieser gegenseitigen Stellung verbleiben diese 6 Mesoderm-Zellen bis zur nächsten Abschnürung von 4 Mikromeren. Dies geschieht beiläufig auf einem Stadium von 100 Zellen und zwar nicht gleichzeitig, sondern in kleinen Interalen, wobei es interessant ist, dass die 2 Urmesodermzellen *M M* ihre Tochterzellen gegen das Centrum, dagegen *M' M'*, die dem animalen Pole näher liegen, schief nach außen abtrennen, demzufolge die beiden Paare *m' m'* in entgegengesetzte Lage kommen. Wir haben demnach bis zu diesem Augenblicke im Ganzen 10 Mesodermzellen, nämlich 4 Makromeren und 6 Mikromeren. Die Zahl der ersteren erhält sich unverändert bis zum Beginn der Einstülpung, dagegen kommen noch vor Eintritt derselben 2 Mikromeren hinzu, die insofern es zu beurteilen möglich war, höchst wahrscheinlich sich von den beiden ventral gelegenen Urmesoderm-Zellen abtrennen. Während der Einstülpung besteht das Urmesoderm aus 12 Zellen; die 4 Makromeren bilden ein Hufeisen mit kurzen Armen, an dessen Grunde die Mikromeren liegen. Die Kerne der letzteren zeichnen sich durch einen auffallenden Reichtum an Chromatin aus. Die weitere Vermehrung dieser Mesodermzellen geschieht erst auf dem Gastrulastadium und lässt sich nicht mehr genau verfolgen. Die Bestimmung der Descendenz der nachfolgenden Generationen ist übrigens für die Frage nach der Herkunft des ganzen Meso-

1) Die Zeit, in welcher ein bestimmtes Stadium erreicht wird, ist für verschiedene Eier verschieden, desgleichen findet man oft Eier desselben Klumpens auf ungleicher Entwicklungsstufe. d.

derms von untergeordneter Bedeutung. Wir wollen somit die Schilderung der Entstehungsweise dieses primären Mesoderms, wie wir es nennen möchten, damit abschließen und wenden uns zur Beantwortung der Frage wie der zweite Teil „das sekundäre Mesoderm" entsteht?

Die Anlage des letzteren lässt sich bis zum Stadium von 24 Zellen ganz genau zurückverfolgen. Die betreffenden 2 Zellen gehören der 6. Generation an oder nach anderer Bezeichnungsweise der 3. Generation von Ektomeren und zwar sind es die Zellen $b^{6\cdot2}$ $c^{6\cdot2}$, welche vom vegetativen Pol aus betrachtet, nach vorne und in den Winkeln vor den Entoderm-Makromeren liegen. Sie unterscheiden sich auf diesem Stadium von den 2 gegenüberliegenden Zellen derselben Generation d. i. $a^{6\cdot2}$ $d^{6\cdot2}$ bloß in der Art der Teilung, welche auf das Stadium von 33 Furchungskugeln folgt. Alle 4 teilen sich nämlich zwar inäqual und in horizontaler Richtung, aber während die Zellen $a^{6\cdot2}$ $d^{6\cdot2}$ ihre Tochterzellen nach dem vegetativen Pol zu abtrennen, trennen die Zellen $b^{6\cdot2}$ $c^{6\cdot2}$ dieselben nach dem animalen ab. Dieser verschiedene Teilungsmodus hat zur Folge, dass, während diese 4 Zellen vor der Teilung in derselben Ebene lagen, nach der Teilung bloß b^7 c^7 in derselben verbleiben, dagegen a^7 d^7 nach dem animalen Pole zu verschoben werden. Erstere verbleiben mit den Entoderm-Makromeren in unmittelbarem Kontakt, letztere dagegen entfernen sich von der Urmesodermzelle, an deren Seiten sie rechts und links lagen, da an ihre Stelle jetzt ihre Tochterzellen kommen.

Die uns interessierenden Zellen b^7 u. c^7 verharren in der soeben eingenommenen Lage bis zu der Phase, in welcher sie die ersten Mesodermzellen in die Furchungshöhle abtrennen, was ihr Aufsuchen in den dazwischen liegenden Stadien sehr erleichtert. Die erste Andeutung zu ihrer nächsten Vermehrung trifft man manchmal bereits auf dem Stadium von 46 Zellen, in der Regel aber erst auf demjenigen von über 52 Zellen. Ihre Spindeln liegen jetzt quer, die Teilungsebene liegt in radialer Richtung, die entstandenen 4 Tochterzellen sind einander gleich und man sieht zwischen je zweien den Zwischenkörper noch auf dem Stadium von etwa 62 Zellen. Diese 4 Descendenten von b und c gehören bereits der 8. Generation an.

Inzwischen sind am vegetativen Pole bedeutende Veränderungen eingetreten: es haben die 3 Entoderm-Makromeren je eine kleine Zelle centralwärts an den vegetativen Pol abgetrennt und sie haben sich hierauf selbst in radialer Richtung äqual geteilt. Das Entoderm besteht jetzt aus 10 Zellen, da nämlich schon lange vorher eine von den 4 kleinen Polzellen von der Urmesodermzelle geliefert worden ist, Letztere hat sich auch inzwischen in medianer Richtung äqual geteilt. Die Zellen bb^8 und cc^8 liegen noch immer unmittelbar an das Entoderm angeschlossen. Ihre nächste Teilung findet bald auf dem Stadium von

etwa 69 Zellen, bald aber erst auf demjenigen von etwa 75 Zellen statt, jetzt aber trennen sie in transversaler Richtung ganz kleine Tochterzellen ab, die sich unmittelbar an die Entodermzellen anschließen. Ganz in derselben Weise erzeugen sie etwa auf dem Stadium von 78—80 Zellen wieder je eine Tochterzelle, die nur um ein weniges größer als die vorhergebildete ist und sich wieder an die letztere eng anschließt. Diese ihre neuen Derivate gehören bereits der 10. Generation an.

Ueber das Schicksal dieser 8 kleinen und ganz flachen Zellen vermag ich derzeit noch keine bestimmte Angabe zu machen. Dafür lässt sich das weitere Verhalten ihrer 4 Mutterzellen ganz genau verfolgen. Sie versinken immer tiefer zwischen das Ekto- und Entoderm und 2 derselben reichen in einer bestimmten Phase centralwärts bis an die Makromeren des Urmesoderms. Vom vegetativen Pol aus sieht man dazumal nur kleine Teile ihrer äußeren Oberfläche, da sie von oben von eigenen Tochterzellen und seitwärts von anderen Ektodermzellen überdacht werden. In einer sehr weit vorgerückten Phase, aber bevor noch die Einstülpung deutlich sichtbar ist, teilen sie sich abermals der Quere nach, diesmal aber fast ganz äqual und ihre 4 Tochterzellen kommen jetzt ganz in die Furchungshöhle zu liegen. Wenn diese Teilung vollendet ist, zählt das Ei bereits über 100 Zellen und ist über 70 Stunden alt.

Betrachtet man jetzt das betreffende Stadium vom vegetativen Pol aus im optischen Querschnitte, so erblickt man einen geschlossenen Kranz von 8 großen Mesodermzellen, von denen die 4 hinteren dem Urmesoderm, dagegen die 4 vorderen dem sekundären Mesoderm angehören. Nach Innen von den 4 ersteren liegen die von ihnen stammenden Mikromeren, über die 4 letzteren schieben sich ein wenig ihre Mutterzellen, welche auch jetzt noch nicht ganz von Ektoderm überdeckt sind. Diese teilen sich abermals binnen Kurzem in derselben Weise wie vorher und liefern weitere 4 Descendenten zum sekundären Mesoderm, es kommt bald darauf die Reihe an die 4 Zellen der früheren Generation und wenn die Invagination bereits ziemlich weit fortgeschritten ist, besteht nunmehr das sekundäre Mesoderm aus 16 Zellen. Von nun an wird die Verfolgung der Descendenz immer schwieriger, denn auch die 4 Zellen des Urmesoderms beginnen sich zu teilen und die Invagination macht in Folge der raschen Vermehrung der Ektodermzellen bedeutende Fortschritte. Es liegt aber auch nicht viel daran, die weitere Teilung genau zu verfolgen, interessanter wäre es jedenfalls, das Verhältnis des aus zwei Quellen stammenden Mesoderms zu den künftigen Organen zu bestimmen, was leider bisher nicht eruiert werden konnte.

Durch die obige Schilderung der Vorgänge der Furchung der Zellen *b* u. *c* vom 24zelligen Stadium an bis zur Gastrulation, glauben

wir deren Anteil an der Zusammensetzung der Mesodermstreifen zur Genüge erwiesen zu haben. Freilich wäre die Sache viel klarer gewesen, wenn der Beweis an einer Reihe von Abbildungen durchgeführt worden wäre, was jedoch an dieser Stelle nicht möglich ist. Dies mag in einer ausführlicheren Arbeit über den Furchungsprozess bei *Physa* geschehen, welche demnächst erscheinen soll. Hier wollen wir nur nachdrücklich hervorheben, dass die oben angeführten Thatsachen Schritt für Schritt an einer ununterbrochenen Reihe von Präparaten festgestellt worden sind, somit keinem Zweifel unterliegen.

Es erübrigt noch über die Natur der Zellen b^6 und c^6 einige Worte hinzuzufügen. Sie wurden oben als Ektodermzellen bezeichnet auf Grund der üblichen Bezeichnung der Elemente, aus denen später die betreffenden Keimblätter hervorgehen. Mit Rücksicht auf ihr Endschicksal könnte man dieselben jedoch als vordere Mesodermzellen bezeichnen und da sie, wie wir bereits wissen, 3 Generationen von Ektodermzellen liefern, bevor sie in die Elemente der Mesodermstreifen aufgehen, so könnte man sie auch Ektomesoderm-Zellen nennen. Es mag aber hiezu bemerkt werden, dass es vorderhand nicht sicher entschieden werden konnte, ob namentlich ihre 8 kleinen Derivate, die bis zur Einstülpung mit dem Entoderm eng verbunden bleiben auch nicht mit demselben eingestülpt werden. Wäre dies der Fall, so enthielten diese Zellen die Elemente aller 3 Keimblätter in sich.

Fassen wir die gewonnenen Resultate kurz zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1. Das Mesoderm von *Physa fontinalis* ist kein einheitliches Gebilde, denn es entstammt aus doppelter Anlage: aus der Urmesodermzelle und 2 Ektodermzellen. Erstere liefert den hinteren, letztere den vorderen Teil der Mesodermstreifen.
2. Die Urmesodermzelle enthält noch auf dem 24zelligen Stadium Elemente des Entoderms, sie liefert nämlich auf dem Stadium von 32 Zellen eine kleine Entodermzelle, worauf sie erst reines Mesoderm repräsentiert. Die 2 Ektodermzellen b^6 und c^6 differenzieren sich dagegen erst zum Schluss der Furchung in Mesodermzellen.
3. Das Mesoderm dieser Species ist demjenigen vieler anderer Gasteropoden nur zum Teil homolog.

Es würde den Rahmen dieser kurzen Mitteilung überschreiten, wollten wir die verschiedenen Angaben über Mesodermbildung bei Mollusken zum Vergleich heranziehen. Dieselben sind übrigens in den neueren Arbeiten über den Furchungsprozess bei Gasteropoden bereits zur Genüge besprochen worden, so z. B. von Kofoid und Meisenheimer in den betreffenden Arbeiten über *Limax*, von Heymons über *Umbrella mediterranea*, von Jönniges über *Paludina vivipara* und von Lillie über *Unio*. Die Mehrzahl der von allgemeinen Typus

der Mesodermbildung abweichender Angaben lautet übrigens zu unbestimmt, als dass ein direkter Vergleich möglich wäre. Wir begnügen uns somit an dieser Stelle mit der Bemerkung, dass der Modus der Bildung eines Teiles des Mesoderms bei *Physa*, nämlich desjenigen aus der Urmesodermzelle, fast ganz derselbe ist, wie ihn Heymons[1]) für *Umbrella* eingehend dargestellt hat, dass ferner *Physa* in Bezug auf die doppelte Abstammung der Mesodermelemente sich merkwürdiger Weise an *Unio* anschließt. Bei dieser Muschel entsteht nämlich nach Lillie[2]) das Mesoderm aus doppelter Quelle und zwar aus der Urmesodermzelle *D* und aus der Ektodermzelle $a^{2.2}$. Letztere giebt dem vom Verfasser als „larval mesoblast" bezeichneten Teile des Mesoderms den Ursprung und obgleich dasselbe anfangs assymetrisch ist, so erscheint es doch in den letzten Furchungsstadien bilateral und zwar nach Ansicht des Verfassers „apparently by active migration". Die seitlich-symmetrische Anordnung beider Anlagen des Mesoderms kommt bei *Unio* erst während der Einstülpung zu stande, während sie bei *Physa* bereits auf sehr frühen Furchungsstadien besteht, da bei letzterer das sekundäre Mesoderm schon auf dem Stadium von 24 Zellen durch zwei bilaterale Ektodermzellen repräsentiert wird. [66]

Krakau, den 30. April 1897.

Zur Frage über die Histogenese des elastischen Gewebes.

Von **M. Gardner.**

(Aus dem histologischen Institute der kais. Universität zu Moskau.)

Bezüglich der aufgestellten Frage, deren Geschichte bereits mehr als fünf Decennien zählt, hat bekanntlich die Wissenschaft ihr letztes Wort noch nicht sagen können. Trotz der großen Zahl von Untersuchungen, die diesem Gegenstande gewidmet sind, beginnt auch jetzt jeder Aufsatz, der über die Histogenese des elastischen Gewebes handelt, mit dem üblichen Bekenntnis, nämlich, dass diese Frage nach wie vor eine Streitfrage bleibt und zwar eine Streitfrage, die sich nicht bloß auf etwaige Details, sondern grade auf das Wesen der Sache bezieht. Welchem Elemente soll die Hauptrolle im Prozesse der Bildung des elastischen Gewebes zugeschrieben werden? Es muss hier zwischen der Zelle und der Interzellularsubstanz entschieden werden; in der Beantwortung dieser prinzipiellen Frage machen sich bis zu den heutigen Tagen zwei gegenüberstehende Richtungen in der Histologie

---

1) Dr. R. Heymons, „Zur Entwicklungsgeschichte von *Umbrella mediterranea*". Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 65. Bd.

2) T. R. Lillie, „The Embryology of the Unionidae". Jour. of Morph., Vol. X, Jan. 1895.

geltend. Die Anhänger der einen Richtung [1]) schreiben die Bildung des elastischen Gewebes der Grundsubstanz zu, welche letztere hierbei verschiedene chemische resp. physikalische Modifikationen erleidet, indem sie entweder die leimgebende Substanz direkt in Elastin umwandelt, oder einfach ihr Aggregatzustand ändert, oder endlich aus ihrer eigenen Substanz Kügelchen bildet, die später in elastische Fasern zusammenfließen (Ranvier). Die Anhänger der anderen Ansicht [2]) suchen das elastische Gewebe in genetischen Zusammenhang mit den Zellen zu bringen, wobei aber ihre Meinungen über den sich beim Bildungsprozesse beteiligenden anatomischen Teil der Zelle, sowie über die Art und Weise der Beteiligung gänzlich differieren.

In dieser Hinsicht waren verschiedene Meinungen ausgesprochen. Man stellte sich vor, dass die Zelle als Ganzes in eine elastische Faser sich umwandeln kann (Schwann, Hessling, Remak, Gerlach), anderseits glaubte man, dass das elastische Gewebe aus der Zellhülle, die eine zeitlang für einen unentbehrlichen anatomischen Teil jeder Zelle gehalten wurde, seinen Ursprung nimmt (Donders, Virchow), endlich fehlte es auch nicht an Behauptungen, nach welchen die Bildung des elastischen Gewebes auf dem Wege der gegenseitigen Zusammenlötung der Zellkerne beruhe [Henle 1841, Kölliker [3]), Kilian, Meyer]. Auch in der neueren Zeit schreibt Kusskow den Zellkernen die Hauptrolle in diesem Prozesse zu, er betrachtet dieselben aber bloß als Matrix, aus welcher die Fasern auswachsen. Max Schultze und Hertwig legen das Hauptgewicht in dieser Frage auf die „formative Thätigkeit des Protoplasmas", an deren Oberfläche die elastischen Fasern sich bilden. Deutschmann beobachtete im Protoplasma der Netzknorpelzellen eine Bildung von körniger Struktur, die später in Streifung in Form feiner Fäden überging, aus welchen letzteren die elastischen Fasern ihren Ursprung nahmen. Sudakewitsch sieht in diesem Prozesse eine Umwandlung des Protoplasmas in elastische Substanz, wobei seiner Ansicht nach auch dem Kerne eine aktive Beteiligung bei diesem Prozesse zugeschrieben werden muss. Nach Poljakow steht die Bildung der elastischen Fasern in Beziehung zur Thätigkeit der von ihm genannten „Weberzellen", deren Protoplasmastroma und -kerne insgesamt in elastische Substanz sich umwandeln, während die leimgebende Substanz aus der Interfilarmasse des Protoplasmas ihren Ursprung nimmt. Reinke und Loisel neigen zur Annahme einer direkten Transformation leimgebender resp. indif-

1) Gerber, H. Müller, Reichert, Leydig, Frey, Rabl-Rückhard, Ranvier, Kollmann, Grawitz u. a.

2) Schwann, Donders, Virchow, Remak, Boll, Hertwig, Deutschmann, Sudakewitsch, Kusskow, Poljakow, Reinke, Loisel u. a.

3) Kölliker sprach sich später für die Bildung aus der Grundsubstanz aus.

ferenter Fibrillen in elastische Substanz, wobei die Fibrillen sich vorher aus dem Zellprotoplasma bilden. Loisel beobachtete noch außerdem zwischen den sich bildenden leimgebenden Fibrillen sphärische Granulationen elastischer Natur, deren Bedeutung für die Bildung der elastischen Fasern er zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit anzugeben im Stande ist und behält sich vor bei einer späteren Gelegenheit auf die Sache näher einzugehen.

Ich führe hier die Meinungen vieler anderer Autoren nicht an und gehe nicht auf die Einzelheiten in den Beobachtungen der Autoren ein, deren allgemeine Ansichten oben berücksichtigt sind, umsomehr als die Litteratur der betreffenden Frage schon mehrfach umfassend zusammengestellt wurde; anderseits würde eine eingehendere Darstellung des Gegenstandes mich weit über die beabsichtigten Rahmen meines kurzen Aufsatzes führen. Ich erlaubte mir durch obige Bemerkungen nur auf die Mannigfaltigkeit in den Ansichten der Autoren betreffs der Histogenese des elastischen Gewebes hinzuweisen. Aus dieser Mannigfaltigkeit der Ansichten geht schon die Notwendigkeit hervor, unsere Beobachtungen auf dem Gebiete der Histogenese des elastischen Gewebes fortzusetzen und zu mehren, umsomehr als mit dieser rein histologischen Frage eine andere in biologischer Hinsicht prinzipiell wichtige Frage — über die Rolle und die Bedeutung im tierischen Organismus der sogenannten Zwischensubstanzen eng verknüpft ist.

Ich ging auf den Vorschlag des hochverehrten Prof. J. F. Ogneff, dem ich hier meinen herzlichen Dank ausspreche, ein, und übernahm die Aufgabe, der aufgestellten Frage näher zu treten. Obwohl die von mir gesammelten Beobachtungen sich nicht auf verschiedene Tiere und verschiedenartige Objekte erstrecken, glaube ich dennoch hoffen zu dürfen, dass sie einige bestimmte Angaben in die Summe derjenigen Untersuchungen hineinbringen können, die dermaleinst als Basis zur endgiltigen Lösung der Frage über die Histogenese des elastischen Gewebes gelten werden.

Als Ausgangspunkt meiner Arbeit stellte ich mir zunächst die Aufgabe, andere als die bis jetzt gebrauchten Objekte und Untersuchungsmethoden ausfindig zu machen. Die zu diesem Zwecke gewöhnlich gebräuchlichen Objekte der früheren Autoren, nämlich der Netzknorpel und das Ligamentum nuchae haben den Nachteil, dass ihre Strukturelemente auch während des embryonalen Lebens dicht aneinandergedrängt liegen, so dass es unmöglich ist mit voller Bestimmtheit weder über die gegenseitigen Beziehungen der Zellen zu einander, noch über die Beziehungen der Zellen zur Grundsubstanz zu urteilen. Diese Unklarheit der gegenseitigen Lagerung der Elemente nötigte die Beobachter ihre Zuflucht zu verschiedenen Dissociationsmethoden zu nehmen, die zuweilen aber zu zerstörend ausfielen, um

irgend eine bestimmte Schlussfolgerung zulassen zu können; man konnte außerdem nicht sicher sein, dass die gefundenen Verhältnisse sich gerade auf das gegebene Element beziehen und nicht etwa Zellen aus anderen Schichten hinzukommen, die durch ihr dichtes Anliegen die wahre Struktur vortäuschen. Abgesehen davon sind die zelligen Elemente dieser Objekte bei warmblütigen Tieren so klein, dass die Details ihrer Struktur fast an der Grenze des Sichtbaren sich befinden. In meinen Bemühungen zweckmäßigere Objekte zu finden, war ich insofern glücklicher als meine Vorgänger, dass ich über einen großen Vorrat von elektiven Färbungsmethoden des elastischen Gewebes verfügen konnte, die erst in neuerer Zeit zur Anwendung gelangten und ihrer Konstanz und Empfindlichkeit nach fast die Bedeutung einer mikrochemischen Reaktion besitzen. Unter Benutzung dieser Methoden untersuchte ich verschiedene Provinzen des tierischen Organismus und fand dabei, dass in der topographischen Verteilung des elastischen Gewebes einzelne Gegenden an demselben bedeutend reicher sind, als es auf Grund früherer Beobachtungen bekannt war. So konnte ich beispielsweise mich überzeugen, dass im intraorbitalen Teil des Sehnerven im Innern der Bindegewebsplatten, die die einzelnen Nervenfaserbündel umfassen, eine sehr bedeutende Menge von elastischen Fasern vorhanden ist; ein ganz besonderes Reichtum an elastischen Fasern gelang mir an den Fruchthüllen verschiedener unten angeführter Tiere nachzuweisen. Dieses Objekt, welches von den Autoren bei der Untersuchung der Histogenese des elastischen Gewebes sehr wenig beachtet wurde, kann als ein ganz besonders dazu geeignetes Objekt auf Grund folgender Betrachtungen bezeichnet werden:

1. Die Fruchthüllen sind sehr dünn, durchsichtig, lassen sich leicht von einander trennen und eignen sich zur mikroskopischen Beobachtung ohne jegliche vorherige Bearbeitung, fast im lebenden Zustande;

2. sind die Präparate zweckmäßig fixiert, so gelingt es leicht nicht nur das Chorion vom Amnion zu trennen, sondern es lässt sich jede einzelne Hülle in so dünne Platten spalten, dass letztere nur je eine einzelne Schicht von Zellen enthalten; dieser Umstand beseitigt beinahe vollständig jede Möglichkeit irgend einer Verwechslung des beobachteten Gewebes mit den oben resp. daruntergelegenen Schichten;

3. in bestimmten Entwicklungsperioden liegen die zelligen Elemente in den isolierten einschichtigen Platten weit genug von einander, um eine fehlerlose Deutung der gegenseitigen morphologischen Beziehungen der Zellen und der Zwischensubstanz zu ermöglichen;

4. die Fruchthüllen stellen ein Organ dar, welches sehr rasch seinen Entwicklungsgang durchmacht, wobei die sich hier abspielenden Prozesse der Gewebsbildung während der ganzen Entwicklungszeit den Charakter einer gespannten Evolution tragen, so dass wir hier nicht in die Lage kommen, degenerative Veränderungen in den Geweben

anzutreffen. Derartige Veränderungen in einzelnen Zellen, die nach dem Erfüllen ihrer Funktion zu Grunde gehen, weisen aber eine solche Evidenz der Details des degenerativen Prozesses selbst auf, dass sie nicht nur nicht hinderlich bei der Beobachtung sind, sondern im Gegenteil die letztere in erfreulicher Vollendung ergänzen;

5. die intensive Gewebsbildung bedingt noch den für die Beobachtung sehr günstigen Umstand, dass man in verschiedenen Schichten einer und derselben Hülle fast sämtliche Stadien der Gewebsbildung von der ersten Anlage bis zur Entwicklung definitiver Formen zu Gesichte bekommt. Außerdem gestattet die relativ geringe morphologische Abhängigkeit der Fruchthüllen vom Körper der Mutter und der Frucht die sich hier vollziehenden Prozesse in loco zu beobachten ohne jegliche Beteiligung irgend welcher Einwachsungen von Gewebselementen aus den benachbarten Gegenden des Organismus.

Ich verfügte über Fruchthüllen von Schweine-, Schaf-, Kaninchen- und Meerschweinchen-Embryonen in verschiedenen Entwicklungsstadien. Am geeignetsten erwiesen sich Schweine-Embryonen ungefähr in ihrem mittleren Alter (10—25 cm).

Die von mir angewandten Untersuchungsmethoden waren verschieden. Im Laufe von anderthalb Jahren, welche die vorliegende Untersuchung in Anspruch nahm, hatte ich Gelegenheit, fast sämtliche am meisten gebräuchliche Fixationsmethoden, sämtliche zur Publikation gelangten Methoden der elektiven Färbung des elastischen Gewebes durchzuprüfen, sowie verschiedene Umänderungen der alten und Kombinationen der neuen Methoden vorzunehmen. Auf Grund meiner Erfahrung gelangte ich zum Schlusse, dass das beste Fixationsmittel für Fruchthüllen bei der Untersuchung der Histogenese des elastischen Gewebes die Müller'sche Augenflüssigkeit (was auch mit der Loisel'schen Meinung übereinstimmt), und die beste Methode der elektiven Färbung im gegebenen Falle die von Tänzer als Unna'sche Modifikation beschriebene Fuchsinmethode werden müssen[1]). Die Mehrzahl anderer Fixationsmittel, unter diesen auch Osmiumsäure und Sublimat, bewirken eine starke Runzelung der Hüllen; die anderen Methoden der elektiven Färbung geben lange nicht so deutliche Bilder, wie die Fuchsinmethode. Die letztere besteht darin, dass man die in Alkohol resp. in Flemming'scher Flüssigkeit fixierten Gewebe durch absoluten Alkohol durchführt, vorläufig mit Vesuvin färbt und nach Auswaschen mit Wasser auf 24 Stunden in ein Gemisch von

Fuchsin	0,5	
Alkohol		
Aq. destill. ana	25,0	
Acidi nitrici 25%	10,2	legt.

1) „Die mikroskopische Technik im Dienste der Dermatologie", von Dr. R. Ledermann und Dr. Ratkowski, 1894, S. 39.

Aus der Farbe wird das Gewebe in 25proz. Salpetersäurelösung auf 2—3 Sekunden hineingethan, mittels schwacher Essigsäure entfärbt, in absolutem Alkohol rasch entwässert und durch Cedernöl in Canadabalsam übergeführt. Aus speziellen Rücksichten musste ich diese Methode einigermaßen umändern, denn es erwies sich bald, dass diejenigen Momente des beschriebenen Verfahrens, die die Einwirkung der Flemming'schen Flüssigkeit und des absoluten Alkohols erfordern, für die Fruchthüllen absolut ungeeignet sind; die letzteren erfahren danach eine derartige Runzelung, dass es vollständig unmöglich wird, sie in einer Fläche auf dem Objektglase auszubreiten. Was die Anwendung des Canadabalsams im Allgemeinen anbetrifft, so ist es zweckmäßiger auf den Gebrauch desselben bei Untersuchungen von elastischem Gewebe zu verzichten, da die Brechungsindices der beiden Substanzen nur wenig differieren, wodurch die Klarheit des Bildes beeinträchtigt wird. Weiter konnte ich mich überzeugen, dass wenn man nach der Fuchsinfärbung anstatt der 25proz. Salpeterlösung Aetzkalilösungen von derselben Stärke (bei kurz dauernder Färbungszeit eignen sich besser schwächere Lösungen) gebraucht, man eine bedeutend ausgesprochnere Differenzierung des Bildes erhält. Die Methode in der Anwendung zur Beobachtung der Fruchthüllen gestaltet sich also in ihren Grundzügen folgendermaßen: 2 bis 3 Mal 24 Stunden lange Fixation in Müller'scher Flüssigkeit, rasches Auswaschen mit Destillierwasser und Entfernen der Chromsalze mittels 60° Alkohol bei Abschluss des Lichtes. Sind die Chromsalze entfernt, so werden die Fruchthüllen in 75° Alkohol übergeführt, in welchem sie ziemlich lange aufbewahrt werden können, ohne irgend welche Eigenschaften eines frischen Objektes einzubüßen. Soll ein Stück einer solchen Hülle untersucht werden, so wird es zunächst in destilliertem Wasser gewaschen, durch vorsichtiges Schütteln in einem mit Wasser gefüllten Reagensglase oder einfach mittels Pinzetten von den epithelialen Schichten befreit und darauf in feinste Lamellen gleichfalls unter Zuhilfenahme von Pinzetten zerteilt. Diese Lamellen werden vorläufig mit Vesuvin gefärbt, nochmals zum Entfernen des Ueberschusses an Farbe in Wasser gewaschen und dann auf 24 Stunden oder besser auf eine noch längere Zeit in das oben angeführte Gemisch von Fuchsin und Salpetersäure übergeführt. Jede feinste Lamelle gelangt zunächst aus der Farbenlösung in 25proz. Kalilösung; nach 1 Sekunde wird die Lamelle aus der letzteren herausgenommen und durch eine Reihe mit Wasser gefüllter Schälchen durchgeführt, wobei es sehr darauf ankommt, die Lamelle rasch aus dem einen Schälchen in das andere überzutragen, um auf diese Weise jede Möglichkeit einer weiteren Einwirkung des aus dem Präparate in die ersten Wasserportionen übergegangenen Kali zu beseitigen. Jede Lamelle wird darauf ohne vorheriger Einwirkung von Essigsäure auf dem Objektglase in einem

Tropfen Wasser resp. schwacher Glyzerinlösung, der man etwas Thymol hinzufügt, ausgebreitet. Ein so hergestelltes Präparat weist bei mikroskopischer Betrachtung folgendes Bild auf: auf dem farblosen resp. schwach bräunlichem Felde erscheinen die Zellkerne intensiv rot, das Protoplasma rosa- und die elastischen Fasern dunkelblau gefärbt. Der Umstand, dass die Elemente des Präparates in Kontrastfarben rot und blau erscheinen, erweist sich für das mikroskopische Studium ganz besonders günstig, denn es wird dadurch möglich, die Anwesenheit des elastischen Gewebes auch an solchen Stellen, wo letztere nur als feinste Fibrillen oder als kaum wahrnehmbare Ablagerungen in verschiedenen Formen auftritt, zu konstatieren: Diese modifizierte Methode gestattet auch 25 proz. Salpetersäurelösung anstatt Kalilösung zur Differenzierung anzuwenden; man erhält auch auf diesem Wege sehr elegante und instruktive Bilder, die allerdings nicht so hell erscheinen, — jedenfalls müssen diejenigen Momente der Grundmethode, die ich vorhin als ungeeignet für die Herstellung der Fruchthüllenpräparate bezeichnete, beseitigt werden. — Um sich überzeugen zu können, dass bei der beschriebenen Methode die blaue Farbe in Wirklichkeit dem elastischen Gewebe und keinem anderen angehört, prüfte ich diese Methode an erwachsenen Tieren und zwar an denjenigen Gewebsteilen, in denen die Anwesenheit von elastischen Fasern außer Zweifel ist und alle Details ihrer Verteilung genügend erforscht sind; ich bediente mich hierzu der Bindegewebsschichten der Haut und des Ligamentum Nuchae vom Kalbe, — es resultierten dieselben Bilder bezüglich der Kontrastfarben und mit denselben Nuancen, wie an den Furchhüllen. Leider gelingt manchmal die Färbung nicht; soweit ich diesen Umstand aufklären konnte, hängt dieses Misslingen von zwei Momenten ab: von der Qualität der Farbe, die häufig genug nicht identisch ist, wenn sie auch von einer und derselben Bezugsquelle stammt und zweitens von der Reinheit der Salpetersäure: letztere muss chemisch rein, und jedenfalls frei von Salpetrigsäure sein.

Die beschriebene Methode, deren hohe elektive Eigenschaften außer Zweifel sind, ist dennoch nicht im Stande, über sämtliche Fragen, die sich beim Betrachten der auf diesem Wege gewonnenen mikroskopischen Bilder aufdrängen, Auskunft zu erteilen. Ich sah mich deshalb genötigt, auch andere in der Histologie wohl erprobte, spezielle Verfahren in Angriff zu nehmen; ich erwähne hier nur die Methode von Wolter's: Chlorvanadium und essigsaures Aluminium, nachfolgende Färbung in Kultschitzky'scher Hämotoxylinlösung und die Differenzierung mittels Eisenchlorid resp. Weigert'scher Flüssigkeit (Borax-Blutlaugensalzlösung). Diese Methode erwähne ich hier aus dem Grunde, weil sie sich ganz besonders geeignet zur Untersuchung der Fruchthüllen erwies; ihr Hauptwert liegt hier weniger in ihren elektiven Eigenschaften bezüglich der elastischen Fasern, als vielmehr in

dem Vermögen die Beziehungen der elastischen Fasern zu den leimgebenden Fasern aufzuklären, — letztere zeichnen sich nach dieser Bearbeitung durch einen hohen Grad von Deutlichkeit aus. Außerdem gestattet diese Methode auch die zelligen Elemente und die sich in denselben vollziehenden Veränderungen zu verfolgen. Zur Untersuchung der angeführten Momente eignet sich auch die Methode der Fixierung mit einem frisch bereiteten Gemische aus 4 Teilen einer gesättigten wässerigen essigsauren Kupferoxydlösung und 1 Teil 1proz. Osmiumsäurelösung (3—4 Stunden), mit nachfolgender Bearbeitung der Gewebe mittels Gallussäure. Die günstige Eigenschaft dieses Fixationsmittels liegt darin, dass es die Details der Struktur gut erhält und zugleich auch als eine sehr zufriedenstellende Beize dient, irgend eine Runzelung der Präparate, die nach Behandlung mit anderen osmiumsäurehaltigen Fixationsmitteln zu Stande kommt, fehlt hier vollständig. In den mir zu Gebote stehenden Litteraturquellen konnte ich nirgends der Beschreibung einer derartigen Methode begegnen: die Notwendigkeit die Beobachtungen mit dem Kernfixationsmittel (OsO_4) unter Beachtung der Eigenschaften des von mir gewählten Objektes zu prüfen, führte mich auf das beschriebene Kombinationsverfahren.

Werden die von Schweineembryonen gewonnenen feinsten Fruchthüllenlamellen, die nach der beschriebenen etwas modifizierten Methode hergestellt und mit Fuchsin gefärbt sind, in Wasser oder in verdünntem Glyzerin mikroskopisch betrachtet, so sieht man auf dem im Allgemeinen rötlich gefärbten Grunde des Präparates die elastischen Fasern, wie oben erwähnt, tief dunkelblau gefärbt und deshalb ganz besonders deutlich sich markierend. Die Verteilung dieser Fasern ist in verschiedenen Etagen der Fruchthüllenlamellen verschieden: in den Schichten des eigentlichen Amnion resp. Chorion verlaufen die Fasern auf dem Präparate geradlinig, wobei aber an verschiedenen Stellen von ihnen unter mehr oder weniger spitzen Winkeln Fortsätze auslaufen, die sich mit den benachbarten weit abstehenden (der Abstand betrifft ein halbes resp. ein ganzes Gesichtsfeld) elastischen Fasern verbinden. Es resultiert auf diese Weise ein weitmaschiges Fasernetz; nicht selten bekommt man auch solche Fasern zu Gesichte, die eine bedeutende, mehrere Gesichtsfelder umfassende Strecke einnehmen und dabei keine Seitenäste abgeben. Sehr häufig sieht man anstatt einer Faser ein ganzes Bündel von Fasern, die parallel verlaufen ohne dabei mit einander durch Fortsätze in irgend welche Verbindung zu treten, die vielmehr durch eine Schicht Zwischensubstanz von einander getrennt bleiben. Ein durchaus abweichendes Bild repräsentieren die Fasern in der mittleren Schicht, die die Verbindung des Chorion mit dem Amnion bewirkt. Wir bemerken hier ein sehr dichtes, äußerst zartes, feinmaschiges Netz. Die Dicke der Fasern sowohl in dem weitmaschigen, sowie auch in dem feinmaschigen Netze variiert zwischen

kaum messbaren Größen und solchen von 8—10 μ; im feinmaschigen Netze erreicht aber die Dicke, wenigstens was die Fruchthüllen von Schweineembryonen anbetrifft, niemals solche Dimensionen, wie im weitmaschigen Netze. Etwas bedeutender erscheint die Dicke in Meerschweinchenpräparaten. Was aber besonders bemerkenswert ist, ist das allmähliche gegenseitige Zusammentreten der feinsten Fäserchen zu einer einzigen Faser, deren Dicke der Summe der Querdurchmesser der sie bildenden Komponenten gleich ist. Fast auf jedem Präparate bekommt man Bilder zu sehen, an denen man sich über dies erwähnte Zusammentreten überzeugen kann. Die auf die beschriebene Weise hervorgegangene dickere Faser konfluiert mit den benachbarten zu einer noch dickeren Faser u. s. w. bis schließlich eine Dicke erlangt wird, die man an Präparaten mit vollständig entwickelten elastischen Fasern wahrnimmt. Wird ein Präparat so weit mittels Pinzetten gedehnt, bis die Fasern reißen, so beobachtet man an den Rissenden ein ebensolches Zusammenwinden, wie am Ligamentum Nuchae beim Spalten der elastischen Fasern.

Fig. 1.

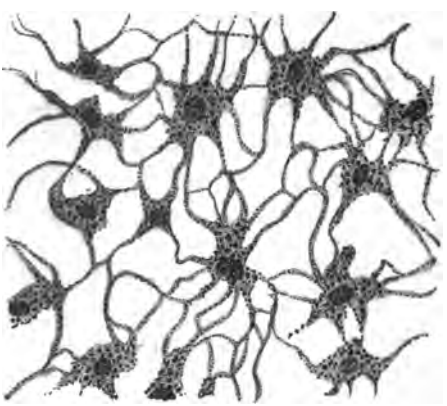


Fig. 1. Die Zellen der mittleren das Amnion mit dem Chorion verbindenden Schicht. Im Zellprotoplasma, sowie in den Fortsätzen sieht man Körnchen elastischer Natur die an einzelnen Stellen bereits in feinste Fäden zusammengetreten sind.

Derartige Bilder repräsentieren die vollständig entwickelnden Fasern. Wir wenden uns jetzt zu den früheren Entwicklungsstadien und betrachten zunächst die elektiv gefärbten Fruchthüllenpräparate und zwar diejenigen Etagen der Hülle, an denen die Bildung des feinmaschigen Netzes vor sich geht. Es ist hierbei vorteilhafter nicht von ganz frühen, sondern von solchen Entwicklungsstufen auszugehen, die Präparate mit wohl ausgebildeten, Fortsätze tragenden, durch Zwischensubstanz deutlich von einander getrennten Zellen liefern. Hier finden wir ziemlich große Zellen mit ovalem resp. rundem Kerne, rot gefärbtem Protoplasma und langen Protoplasmafortsätzen, die sich mit

solchen benachbarter Zellen verbinden. Im Protoplasma solcher Zellen lässt sich schon mit dem Apochromat Zeiss 4 mm die Gegenwart feiner Körnchen konstatieren, die ebenso blau gefärbt, wie das fertig ausgebildete elastische Gewebe erscheinen (Fig. 1). Die Körnchen erfüllen das Zellprotoplasma entweder ganz regellos, oder gruppieren sich zu wohl geordneten Reihen, das Bild einer Perlschnur erinnernd. Ich muss hier hinzufügen, dass ich die punktförmigen Ablagerungen in den Zellen nur bedingungsweise und der Kürze halber als Körnchen bezeichne, denn mit dem Namen Körnchen verbindet man gewöhnlich die Vorstellung von etwas festem, welche Eigenschaft den genannten Gebilden keineswegs zugeschrieben werden kann. Diese Gebilde besitzen gewöhnlich eine sphärische Form, mitunter aber erscheinen sie auch als unregelmäßige Schollen, deren Größe sehr wechselnd ist: einige sind auch bei homogener Immersion kaum wahrzunehmen, andere dagegen erscheinen schon bei trockenen Korrektionssystemen ganz deutlich. Die Körnchen dringen in die Ausläufer der Zellen hinein und je weiter die Ausläufer vom Leibe der Zelle abstehen und folglich auch dünner werden, um so geringer wird die Zahl der betreffenden Körnchenreihen. Ungefähr in der Mitte der Verbindungsstelle der Ausläufer zweier benachbarter Zellen ordnen sich die Körnchen bloß zu einer, seltener zu 2—3 Reihen, sie stoßen an Körnchen, die dem Ausläufer einer benachbarten Zelle entlang hinziehen und konfluieren mit diesen zu einem äußerst feinen Fädchen, welches in gleichem Schritt mit der Apposition neuer Körnchen von der einen sowie von der anderen Seite immer weiter und weiter in die Länge wächst. Ein solches Fädchen erscheint dunkelblau gefärbt gerade so, wie die Fasern des vollständig ausgebildeten elastischen Gewebes. Sehr häufig lässt sich die Ausbildung eines solchen Fädchens in der Region einer Zelle beobachten; in solchen Fällen erscheint meistenteils der mittlere Teil des Fädchens etwas dicker, so dass die ganze Faser an eine sehr in die Länge ausgezogene Spindel erinnert. Später fließt ausnahmslos ein solches Fädchen mit einem benachbarten zusammen, wobei sich die nunmehr gemeinschaftliche Oberfläche beider Fädchen zu einem Zylindermantel ausgleicht. Es sei hier erwähnt, dass die neugebildeten elastischen Fasern bei ihrem Verlaufe im Protoplasma der Zelle niemals den Kern berühren, und wenn letzterer sich auf ihrem Wege befindet, so biegen sich die Fasern so um, dass sie parallel zur Krümmungsfläche des Kernes verlaufen, um weiter auf einiger Entfernung vom Kerne, nachdem das Hindernis umgangen ist, ihre anfängliche Richtung einzunehmen. Auf diese Weise wird das feinmaschige Netz der elastischen Fasern, welches in dem Netze der miteinander zusammengeflossener Fortsätze der Bildungszellen präformiert ist, gebildet.

Wenn wir uns nunmehr zur Entwicklungsgeschichte derjenigen langen und relativ gröber aussehenden elastischen Fasern wenden, die

sich in den Chorion- und Amnionhüllen in Form sehr weitmaschiger Netze resp. einzelner dicker Fasern repräsentieren, so begegnen wir auf den Präparaten der frühzeitigen Entwicklungsstufen folgendem Bilde: auf dem schwach faserigen homogenen Felde der Grundsubstanz, auf welchem die Wanderelemente einzeln oder in kleinen Gruppen hie und da zerstreut liegen, sehen wir Anhäufungen von Zellen, die mittels ihrer langen sich stark verästelnden Fortsätzen miteinander anastomosieren. Diese Zellgruppen bilden kleine oder aber auch mehr umfangreiche Inseln, von denen nur in einer zuweilen auch in zwei oder mehreren Richtungen relativ schmale lange Streifen oder Kolonnen hinziehen, die aus den nämlichen mit ihren Ausläufern anastomosierenden Zellen bestehen. Die Züge lassen sich auf weite Strecken des Präparates verfolgen; zuweilen verlaufen sie ganz isoliert, in anderen Fällen dagegen zweigen sich von ihnen seitliche Streifen ab, die entweder mit den benachbarten Zellgruppen oder mit den von den letzteren abgehenden ähnlich aussehenden Streifen konfluieren. Im Allgemeinen ist ihre Verteilung ganz dieselbe, wie die des vollständig ausgebildeten in Form eines weitmaschigen Netzes sich repräsentierenden elastischen Gewebes. Auf den Präparaten, die aus noch früheren Entwicklungsperioden stammen, lässt sich der Aufbauprozess der eben beschriebenen Gebilde Schritt für Schritt verfolgen: größtenteils in der Nähe von Blutgefäßen findet man rundliche oder spindelförmige Zellen, die bald anfangen Fortsätze zu senden. Durch diese Fortsätze verbinden sich die Zellen paarweise oder zu kleinen Gruppen, es bilden sich Inseln, die von einander durch bedeutende Mengen Zwischensubstanz getrennt bleiben. Die sich in den Inseln neubildenden Zellen gehen in irgend einer Richtung in Form von Kolonnen oder Streifen, die aus zwei, drei, häufig genug auch aus mehreren Zellenreihen bestehen, ab; im Innern dieser Streifen resp. Inseln färbt sich das Gewebe immer bedeutend intensiver, als die umgebende Grundsubstanz. Bearbeitet man die Präparate aus dieser Entwicklungsstufe nach der Methode von Wolter's oder nach der oben beschriebenen Methode mit der Kupferbeize, so sieht man, dass die Zellen an einer oder anderen Stelle seltener zu werden anfangen, sie beginnen eine Art eines Zerfallsprozesses unter den Erscheinungen der Vakuolisation im Protoplasma und der Kariolyse im Kerne durchzumachen und anstatt der aus Zellen bestehenden Streifen resultiert ein ganzes Bündel leimgebender Fibrillen, die in regelrechte Reihen geordnet und dicht aneinander gedrängt sind, jedoch sehr deutlich erscheinen. Aehnliche leimgebende Fibrillen, die aus den Zellinseln ihren Ausgang nehmen, breiten sich fächerförmig aus und es lässt sich feststellen, dass die an der Peripherie der Insel liegenden Zellen einem allmählichen Zerfallsprozesse unter denselben degenerativen Erscheinungen, wie in den Zellstreifen unterworfen sind. Betrachtet man genauer die auf diese

Weise hervorgegangenen leimgebenden Faserbündel, so sieht man beim Gebrauch der Mikrometerschraube sehr deutlich, wie im Inneren solcher Bündel stark lichtbrechende Fäserchen aufglänzen; diese erscheinen allerdings ungefärbt, sind aber in ihrem optischen Verhalten den gewöhnlichen ausgebildeten elastischen Fasern durchaus ähnlich. Dass wir es hier in Wirklichkeit mit elastischen Fasern, die zwischen den leimgebenden Fibrillen eingestreut sind, zu thun haben, geht mit Unzweideutigkeit hervor, wenn man die elektiv gefärbten Präparate dieses Entwicklungsstadiums betrachtet. Man findet dann, dass in dem Protoplasma der inselbildenden Zellen blaue Körnchen auftreten, die in feinste Fäserchen zusammenfließen; jedes dieser Fäserchen legt sich an das im Protoplasma einer Nachbarzelle gebildete an, auf einiger Entfernung kommen zu ihnen neue Gruppen in derselben Weise hervorgegangener Fäserchen hinzu; sämtliche Faserbündel nehmen dann ihre Richtung nach einem Streifen, in welchem sie sich mit den Fäserchengruppen, die in der beschriebenen Weise in den Streifen selbst sich entwickeln, verbinden, — mit einem Worte, es wiederholt sich hier derselbe Plan des Entwicklungsprozesses, wie wir ihn bei der Bildung des feinmaschigen elastischen Netzes beschrieben haben. Das weitmaschige Netz ist hier ebenso von den Zellen mit ihrer charakteristischen Verteilung präformiert und auf Kosten dieser Zellen in ihrem Protoplasma aufgebaut. Es muss an dieser Stelle nur hervorgehoben werden, dass die Bildung von Kolonnen oder Streifen, die aus Zellen bestehen, nicht als eine unentbehrliche Bedingung für das Entstehen einzelner elastischer Fasern betrachtet werden muss; im Gegenteil, es entstehen in solchen Kolonnen immer Reihen von Fasern — was die einzelnen Fasern, die isoliert und unverzweigt als ein Ganzes auf der Strecke mehrerer Gesichtsfelder verlaufen, betrifft, so werden diese von den in einer Reihe angeordneten Zellen präformiert. Die Differenz besteht hier bloß darin, dass die Bildungszellen keine Seitenzweige abgeben und miteinander sich durch Polarfortsätze verbinden, der Entwicklungsprozess der elastischen Faser selbst vollzieht sich dagegen nach einem und demselben Typus. Die von mir beschriebenen Bilder lassen sich auch unter Anwendung verschiedener anderer Methoden und Modifikationen der elektiven Färbung beobachten. Den schönsten Beweis aber für die reelle Bedeutung und Unzweideutigkeit der angeführten Bilder liefert die Prüfung vollständig frischer, noch keiner Bearbeitung unterworfener Hüllen, an denen man unter Berücksichtigung des stärkeren Brechungsvermögens der elastischen Substanz fast den ganzen Entwicklungsgang verfolgen kann. Weiter lässt sich konstatieren, dass wenn man ein derartiges frisches Präparat in Kalilauge fast vollständig auflöst, so treten die Körnchen und Fäserchen ohne der zerstörenden Wirkung der Kalilauge anheimzufallen mit großer Deutlichkeit hervor und diese Widerstandsfähigkeit gegenüber der

Kalilauge bildet bekanntlich die charakterische Eigenschaft des elastischen Gewebes. — Auf diese Weise lässt sich die Natur der Körnchen durch die angeführten Eigenschaften bestimmen. Die Körnchen unterscheiden sich ihrer Natur nach von allen ähnlichen morphologischen Gebilden: so z. B. von den Bioblasten Altmanns, die nur bei Anwendung ganz besonderer Methoden auftreten, weiter sind sie mit den Ehrlich'schen Körnungen nicht zu verwechseln, was schon aus den negativen Resultaten der Anwendung der Ehrlich'schen Färbungsmethoden in unserem Falle hervorgeht, — mit einem Worte, es sind das Körnchen sui generis, die so zu sagen als Deutoplasma sich ausbilden und dann in feinste Fäserchen zusammenfließen, wonach die Zelle selbst dem Untergange anheimfällt.

Es lässt sich somit das über die Histogenese des elastischen Gewebes in den Fruchthüllen oben angeführte Beobachtungsmaterial in folgenden Sätzen resumieren:

1. Die elastische Substanz tritt im Zellprotoplasma in Form feinster meist sphärischer, seltener unregelmäßig gestalteter Ablagerungen auf. Weder dem Kerne, noch der die Zellen umgebenden Zwischensubstanz ist irgend eine unmittelbare resp. überhaupt sichtbare Beteiligung an dem Prozesse zuzuschreiben.

2. Die Ablagerungen der elastischen Substanz fließen dann später zu feinsten Fädchen zusammen. Diese Konfluenz geschieht sowohl in den Grenzen einer einzigen Zelle, als auch in den Grenzen mehrerer unter einander anastomosierenden Zellfortsätze, in beiden Fällen aber stehen die neugebildeten Fäden in keiner Beziehung zum Zellkerne und verlaufen immer parallel seiner Krümmungsfläche in einiger Entfernung von ihm.

3. Die in den benachbarten Zellen gebildeten elastischen Fäden vereinigen sich zu einem dickeren Faden, zu dem sich in einiger Entfernung noch ein aus mehreren Fäden zusammengesetzter Faden hinzugesellt u. s. w.; es resultiert somit eine mehr dickere Faser, deren Durchmesser gleich der Summe der Durchmesser der die Faser zusammensetzender Komponenten ist.

4. Die Verteilung des elastischen Gewebes, wie verschieden sie auch erscheinen mag, in Form weit- oder feinmaschiger Netze, in Form einzelner verzweigter oder unverzweigter Fortsätze, — wird immer durch eine ähnliche charakteristische Verteilung der Zellen, die die Fasern produzieren, präformiert; irgend ein aktives Auswachsen von elastischen Fasern in die extraprotoplasmatische Substanz wird nirgends beobachtet. Das Wachstum der Fasern geschieht nach dem Typus der Apposition.

Wenn es gelingen könnte zu beweisen, dass der an den Fruchthüllen beobachtete Entwicklungsmodus des elastischen Gewebes auch für andere Gegenden des Organismus seine Giltigkeit behält (ich bin

augenblicklich mit Arbeiten in dieser Richtung beschäftigt), wenn es mit anderen Worten möglich wäre, dem beschriebenen Modus des Aufbaues der elastischen Fasern eine allgemeine Bedeutung zuzuschreiben, so würde man, wie mir scheint, in diesem Aufbauprozesse selbst Gründe zur Beurteilung der Struktur der elastischen Faser in ihrer definitiven Form finden können. Bis zu der letzten Zeit beurteilte man diese Struktur nur nach denjenigen Bildern, welche die elastischen Fasern nach Einwirkung verschiedener zerstörender Agentien lieferten; je nach der Wahl des zerstörenden Agens erhielte man bald das eine, bald das andere Bild. Da man aber bei Anwendung dieser Behandlungsmethode immer mit einem und demselben Objekte zu thun hatte, so ist es augenscheinlich, dass die Verschiedenheit der dabei resultierenden Bilder nicht von der wahren Struktur der Faser, sondern vielmehr von den Eigenschaften des zerstörenden Agens abhängen musste. Deshalb glaube ich auch, dass es schwerlich möglich sein wird, die wahre Struktur der elastischen Faser durch Einführung neuer Bearbeitungsmethoden und durch Beobachtung neuer Bilder aufzuklären, denn die letzteren werden immer Zweifel erregen müssen und niemals im Stande sein die Bedeutung weder der früheren Bilder z. B. die hohle Struktur der elastischen Fasern (Purkinje, Virchow, Oehl, Reck-

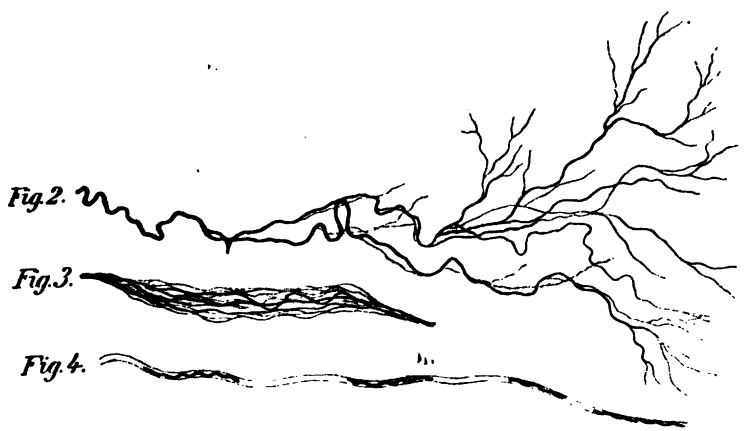


Fig. 2. Allmähliche Zusammensetzung einer dickeren elastischen Faser aus feinsten Fibrillen.

Fig. 3. Elastische Faser mittlerer Dicke, die optisch homogen erscheint, ist in der zum Längsdurchmesser senkrechten Richtung gedehnt. An der Stelle, wo die dehnende Kraft angreift, sieht man eine Zerfaserung der Faser in eine große Menge feinster Fibrillen, die zu beiden Seiten der betreffenden Stelle wiederum zu einer optisch homogen erscheinenden Faser sich verbinden.

Fig. 4. Eine elastische Faser ist in der Längsrichtung so weit gedehnt, dass sich in der elastischen Substanz ein Riss gebildet hat; die einzelnen schwach gewundenen Faserstücke liegen im Raume, der an einer Röhre erinnernd, durch zwei schwach konturierte Linien begrenzt erscheint.

linghausen), noch derjenigen Bilder, die die Existenz zweier Schichten — einer axialen und peripherischen Schicht beweisen (Ebner, Schwalbe, Pfeuffer) zu schwächen. Die neu erhaltenen Bilder werden bloß neben den früheren zu stehen kommen und den Wert einer Aufklärung der Einwirkungsweise eines bestimmten Agens besitzen. Ich glaube deshalb, dass man bei der Beurteilung der Struktur der elastischen Faser mehr Aufklärung von den Erscheinungen des Aufbaues, als von den der Zerstörung erwarten kann.

Ich sehe mich genötigt, diese Frage, die eigentlich in die Rahmen dieser kurzen Mitteilung nicht hineinpasst, wenigstens so weit es sich um die Fruchthüllen handelt, zu berühren, denn es wird jeder, der meine Arbeit einer Nachprüfung unterziehen möchte, vor Allem auf Bilder, wie sie auf Fig. 2 aufgezeichnet sind, stoßen, — diese Bilder sind es, die mich zur Aufstellung des dritten Satzes geführt haben. Es vollzieht sich hier sozusagen vor den Augen des Beobachters die Zusammensetzung einer dicken elastischen Faser aus feineren Fäserchen, die ihrerseits, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, aus der Konfluenz von Körnchen elastischer Natur hervorgegangen sind. Schon seit lange her wird der elastischen Substanz die Eigenschaft der Konfluenz oder des Zusammenlötens zugeschrieben; in unserem Falle dokumentiert sich diese Eigenschaft in zweifacher Weise: einerseits findet hier eine Konfluenz der Körnchen zu einem primären Fäserchen statt, d. h. eine Vereinigung in einer zur langen Axe der zukünftigen Faser senkrechten Fläche, andrerseits beobachten wir hier ein Zusammenschmelzen von primären Fäserchen zu einer dickeren Faser in der zu ihrer langen Axe parallelen Richtung. Von diesen beiden Vereinigungsarten ist die erstere unzweifelhaft die festere, denn es ist unmöglich, die feinste Fibrille durch mechanische Einwirkung zu zerstören und dieselbe wiederum in Körnchen zu zerlegen; die zweite Vereinigungsart ist die schwächere, denn übt man einen starken Zug auf die Fruchthülle in der zur langen Axe der Faser senkrechten Richtung, so gelingt es nicht selten, wenigstens im Anfange, die optisch bereits homogen erscheinende Faser in ein ganzes Bündel feiner Fibrillen (s. Fig. 3) zu spalten; hierbei kann man beobachten, dass zu beiden Seiten der zerstörten Stelle, d. h. wo die dehnende Kraft nicht zur Wirkung kam, die Faser nach wie vor homogen erscheint. Auf Grund dieser Beobachtungen lässt sich annehmen, dass die elastische Faser entsprechend ihrer Zusammensetzung aus feinen Fäserchen eine zeitlang die faserige Struktur bewahrt, ob die faserige Struktur auch weiter auf immer beibehalten wird, lasst sich auf Grund obiger Betrachtungen über die Einwirkung der zerstörenden Agentien nicht entscheiden. Wenn es überhaupt erlaubt ist, diesen Agentien eine Bedeutung bezüglich der Aufklärung über die feinere Struktur der elastischen Faser zuzuschreiben, so will ich ein Verfahren anführen, mittels dessen ich die fibrilläre

Struktur vollständig entwickelter Fasern recht deutlich beobachten konnte. Das Verfahren besteht in Folgendem: Stückchen des Ligamentum Nuchae vom Kalbe werden in alkohol-wässeriger Osmiumsäurelösung (1%) fixiert und mit Tannin (nach der Methode von Kolosoff) geschwärzt, nachher werden die in Paraffin eingeschmolzenen Stückchen möglichst dünn (nicht dicker als 5 μ) geschnitten. Die Schnitte werden dann nach der sogenannten Japanischen Methode auf das Deckglas geklebt und nacheinander mit Xylol zur Entfernung des Paraffins, mit absolutem Alkohol, schwachem Alkohol und schließlich mit Wasser bearbeitet. Das Deckglas mit den daran haftenden Schnitten wird nun auf einen großen auf dem Objektglase sich befindenden Tropfen einer 25proz. Kalilösung gelegt und so vor Austrocknung geschützt für einige Stunden gelassen. Es ist nötig von Zeit zu Zeit vom Rande des Deckgläschens her neue Kalilaugetröpfchen hinzuzufügen. Nach Verlauf von 4—5 Stunden wird die Kalilauge-lösung durch Wasser ersetzt und das Präparat durch Klopfen mit einer dicken Nadel auf das Deckglas zerquetscht. Beim Betrachten solcher Präparate bei centraler Verdunklung oder noch besser in monochromatischem Lichte, hatte ich die Gelegenheit, eine recht deutliche Strichelung an den elastischen Fasern, sowie eine Zerfaserung auf den Enden einiger einzelner Fasern wahrzunehmen. Es sei hier wiederholt, dass ich solche Bilder bloß neben den Bildern anderer Autoren stellen möchte, bin aber weit davon entfernt, ihnen irgend eine entscheidende Bedeutung beizulegen und auf Grund dieser Bilder die Richtigkeit der bereits längst ausgesprochenen Ansicht (Räuschel, Valentin) über die faserige Natur des elastischen Gewebes hervorzuheben. Vorläufig lässt sich die Annahme einer faserigen Natur nur bezüglich des jungen elastischen Gewebes auf Grund der Entwicklungsgeschichte machen.

Erwähnenswert ist noch eine Thatsache, die man nicht selten bei der Untersuchung der nach der oben beschriebenen Fuchsinmethode behandelten Fruchthüllen zu beobachten Gelegenheit hat. Uebt man auf ein solches Präparat, bevor es noch endgiltig eingeschlossen ist, einen Zug mittels zweier Pinzetten aus, so sieht man an denjenigen Fasern, die nicht in der Querrichtung (worüber oben schon die Rede war), sondern in der Richtung der Längsaxe gedehnt sind, an einzelnen Stellen Zerreissungen des elastischen Gewebes, wobei die auseinandergehenden Enden entweder zickzackförmig sich beugen oder ihre anfängliche gradlinige Richtung bewahren. Im ersten Falle hat es den Anschein, als ob die abgerissenen gewundenen Enden in einer geraden Rohre sich befänden, deren Existenz sich optisch durch zwei schwache ungefärbte zu beiden Seiten erscheinende Konturen dokumentiert (s. Fig. 4), im anderen Falle sieht man ähnliche Konturen nur an derjenigen Strecke, wo die Faserenden von einander abstehen,

im weiteren Verlaufe, wo die Fasern unbeschädigt bleiben, verschwinden die Konturen wiederum. Das ganze macht den Eindruck, als ob die Faser von einer Hülle umgeben wäre. Ob es sich aber in Wirklichkeit um eine Hülle handelt, ob nicht vielleicht die Konturen bloß den optischen Ausdruck desjenigen Raumes in der Zwischensubstanz, wo vor der Zerreissung die elastische Faser sich befand, vorstellen, — lässt sich vorderhand nicht mit Bestimmtheit angeben. [50]

O. Bütschli, Weitere Ausführungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien.

8. 87 Stn. 5 Tafeln. Leipzig, W. Engelmann, 1896.

Bütschli hat im Jahre 1890 eine kurzgefasste Abhandlung „über den Bau der Bakterien und verwandter Organismen" veröffentlicht, deren Grundgedanken er selber in der Einleitung zu der vorliegenden Schrift etwa so zusammengefasst:

Die in der Zellmembran enthaltenen Weichkörper der Cyanophyceen bestehen aus einer „Rindenschicht" und einem „Centralkörper". Beide zeigen wabige Struktur. In der Rindenschicht ist der eigentümliche blaugrüne Farbstoff diffus verteilt; der farblose Centralkörper hat stärkere Affinität zu den üblichen Kernfarbstoffen und enthält immer Körnchen, die sich mit Hämatoxylin rot bis rotviolett färben. Aus dem Vergleich mit analog präparierten Zellkernen ist zu schließen, dass der „Centralkörper" einem „Zellkern" entspreche.

Im wesentlichen, dieselben Bauverhältnisse wurden an den großen Schwefelbakterien nachgewiesen und dementsprechend gedeutet.

Bei den kleineren Bakterien dagegen konnten nur in vereinzelten Fällen zwei Schichten nachgewiesen werden. In diesen Fällen aber überwog der „Centralkörper", der jenem bei Cyanophyceen und Schwefelbakterien ganz ähnlich war, bedeutend an Masse, und die Rindenschicht stellt sich als eine zarte Hülle mit stärkerer Ausbildung nur an beiden Polen dar. Diese konnte immer geringer werden, so dass bei der Mehrzahl der kleinen Bakterien nur die dem Centralkörper entsprechende Masse, die auch noch einen sehr einfachen Wabenbau erkennen lässt, übrig bleibt.

Diese Anschauungen B.'s von 1890 sind nun seither von mancher Seite lebhaft bestritten worden, von anderen Seiten großenteils bestätigt aber auch teilweise missdeutet worden. Dadurch sah sich B. veranlasst, seine alten Präparate noch einmal durchzumustern und auch Beobachtungen an lebenden Oscillarien von neuem vorzunehmen, wobei er die eben zusammengefassten Hauptresultate seiner Untersuchungen in jeder Hinsicht bestätigt fand.

Er repliziert deshalb in der vorliegenden 76 Seiten starken Broschüre auf alle ihm seit 1890 gemachten Einwände, legt seine Anschauungen noch einmal ausführlicher dar und erläutert sie, weil auch seinen damaligen schematischen Abbildungen Misstrauen entgegengebracht wurde, durch 2 Lichtdruck- und 3 lithographische Tafeln und einige Textfiguren. Er hat damit wohl endgiltig erwiesen, dass die von ihm geschilderten Strukturen auch im Leben bestehen und nachweisbar sind. Auf die zahlreichen Einzelheiten,

die in der kritischen Würdigung der neueren Litteratur berührt werden, ist hier nicht der Platz einzugehen. Es sei nur hervorgehoben, dass B. Wert darauf legt zu konstatieren, dass er nicht auf Grund theoretischer Erwägung sondern auf Grund von Beobachtung und einfachsten Analogieschlüssen zu der, schon vor ihm ausgesprochenen Ansicht gelangt sei, die Bakterien beständen im wesentlichen aus Kernsubstanz. [58]

Werner Rosenthal.

E. Haeckel, Systematische Phylogenie der wirbellosen Tiere.

II. Teil des Entwurfs einer systematischen Phylogenie.

Der vorliegende Band bringt Haeckel's systematische Phylogenie zum Abschluss. Wie seine beiden Vorgänger wird auch er nicht in allen zoologischen Kreisen begrüßt, vielleicht hin und wieder selbst als ein Abirren vom Pfade der reinen Wissenschaft bezeichnet werden. Wer sich aber unbefangen in den reichen Wissensborn versenkt, den uns auch dieser Band erschließt, wird sich mit großer Befriedigung seinem Studium hingeben. Bringt doch auch er zum Bewusstsein, wie sich erst unter dem Einfluss eines philosophisch durchgebildeten Geistes die Baumaterialien, die Thatsachen der „exakten" Forschung, zu einem Gebäude fügen.

Wenn Haeckel's Werk gerade in den engsten Fachkreisen nicht die Aufnahme zu Teil wird, die es, wie jedes bedeutende Werk, ob dasselbe mit unseren eigenen Vorstellungen harmoniere oder ihnen fremde, ja entgegengesetzte Anschauungen vertrete, beanspruchen darf, so hängt dies wesentlich damit zusammen, dass hier oftmals über die Aufgaben der Zoologie besondere Anschauungen bestehen. Einer großen Zahl der Zoologen besteht die Wissenschaft in der Sammlung eines umfangreichen Thatsachenmateriales, dessen philosophische Durchdringung ihr verfrüht erscheint, ja von ihr selbst zurückgewiesen wird, weil sie nicht der Spekulation entraten kann. Wie anders liegen die Verhältnisse auf dem Gebiete der Geologie. Wohl kein Geologe hält dafür, dass in der Erschließung der Thatsachen ihre alleinige Aufgabe bestehe. Wenn die Geologen heute gewiss nicht über eine größere Summe positiver Kenntnisse verfügen als die Zoologen, so sehen sie doch in der Belebung der Thatsachen zu einem harmonischen Bilde, der Erdgeschichte, an dem auch die durch die Thatsachen vorsichtig geleitete Phantasie schöpferischen Anteil nimmt, nicht nur ein erlaubtes Unterfangen, sondern eine ihrer bedeutendsten Aufgaben. Haeckel's Werk aber strebt auf zoologischem Gebiete prinzipiell nichts anderes an, als was der Geologie Niemand bestreitet. Darum ist auch sein Werk als ein bedeutungsvoller Markstein der zoologischen Wissenschaft zu bezeichnen, der in der Geschichte der Wissenschaft ungleich höher gewertet werden wird, als manches hochtaxierte Ergebnis der „exakten" Forschung. —

Haeckel teilt die Metazoen in zwei große Gruppen, die Coelenteraten und Coelomarien. Erstere umfassen die 4 Stämme der *Gastreades*, *Spongiae*, *Cnidaria* und *Platodes*, letztere die fünf Stämme *Vermalia*, *Mollusca*, *Articulata*, *Echinodermata* und *Chordonia* mit den *Tunicata* und *Vertebrata*.

Es kann natürlich nicht die Aufgabe eines Referates sein, auch nur flüchtig die Geschichte dieser verschiedenen Stämme zu skizzieren. Wir beschränken uns auf eine kurze Darlegung der Reform des Typus der Würmer, dieser Crux der zoologischen Systematik, so wie des Einflusses der neuen Umschreibung auf andere Stämme.

Die Paltodes bilden den Uebergang der Coelenteraten zu den Coelomarien. Mit ersteren teilen sie den Mangel einer Leibeshöhle, eines Blutgefäßsystems und Afters und sind deshalb nicht Angehörige des Stammes der *Vermalia*. Als Uebergangsform charakterisiert sie die vollkommene Ausbildung der bilateralen Symmetrie, das Vorhandensein von Nephridien und des Scheitelgehirns. Aus ihnen entstanden die *Vermalia* durch Ausbildung einer Leibeshöhle und eines Afters. Die *Rotatoria*, denen die aus der *Gastrula* sich entwickelnde *Vermitarva* am nächsten steht, sind die unterste Gruppe der Würmer und zugleich die älteste Stammgruppe der übrigen Abteilungen der Würmer, der *Strongylaria* oder Rundwürmer, der *Prosopygia* oder Buschwürmer (*Molluscoidea*) und der *Frontonia* oder Rüsselwürmer. Das Kugelrädertier, die *Trochosphaera*, stellt den nächsten lebenden Verwandten der hypothetischen Stammform der verschiedenen Wurmklassen wie auch der übrigen Metazoenstämme dar.

Den Anneliden weist Haeckel eine andere als die übliche Stellung zu. Sie bilden zusammen mit den Arthropoden den Stamm der *Articulata*, d. h. also die vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte bestimmt Haeckel zu der Auffassung der innigen verwandtschaftlichen Beziehungen beider Gruppen, die schon Cuvier durch die Schöpfung des Typus der *Articulata* ausdrückte. Die spätere Trennung bezeichnet Haeckel als einen der größten Rückschritte der neueren Systematik. Die Arthropoden sind diphyletischen Ursprungs. Die Tracheaten durch die Peripatiden, die Crustaceen durch die Trilobiten mit den Chaetopoden verbunden.

Den Frontoniern werden als 3. Klasse die Prochordonier eingereiht, eine hypothetische Klasse, deren Organisation wesentlich durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie von Tunicaten und Vertebraten erschlossen wird.

Die *Chordonia*, d. h. die Coelomarien mit dorsalen Medullorrohr, axilärer Chorda, ventralem Herz und Kiemenspalten im Vorderdarm, sind die Abkömmlinge der Prochordonier, welche indessen schon frühzeitig in 2 divergente Stämme ausgingen, in die ungegliederten und gliedmaßenlosen Chordonier oder Tunicaten und in die gegliederten Vertebraten.

So erfährt also der Typus der Würmer eine ganz wesentliche Umgestaltung. Wer ohne Vorurteil zu Gunsten des Herkömmlichen die zahlreichen vergleichend-anatomischen und ontogenetischen Beweise Haeckel's zu Gunsten seiner Auffassung durchgeht, kann sich wohl kaum der Erkenntnis verschließen, dass durch die vorgeschlagenen Abänderungen unsere Einsicht in das Wesen der Stammesentwicklung vertieft wird. Ist die Macht triftiger Beweise größer als die Macht der Gewohnheiten, dann wird Haeckel's Stammeseinteilung des Tierreiches, seine Umschreibung und Charakteristik der Stämme rasch sich Bahn brechen müssen. Denn durch sie wird ungezwungen die entwicklungsgeschichtliche Einheit des Tierreiches zum Bewusstsein gebracht. R. K. [65]

G. Born, Ueber Verwachsungsversuche mit Amphibienlarven.

Archiv für Entwicklungsmechanik, IV. Bd. Mit 11 Tafeln. 8°. 224 Seiten. Auch separat bei W. Engelmann. Leipzig 1897.

Aus der äußerlich unscheinbaren entwicklungsgeschichtlichen Abteilung des anatomischen Instituts zu Breslau, in welcher vor 15 Jahren W. Roux durch seine berühmten Experimente am Froschei einen neuen Weg der Forschung betrat, und in welcher seitdem zahlreiche wertvolle biologische Arbeiten entstanden, ist soeben wieder eine bedeutende experimentelle Untersuchung hervorgegangen. Sie demonstriert in schöner Ausstattung die Ergebnisse der Verwachsungsversuche an Amphibienlarven, die G. Born mit glücklichem Erfolge vorgenommen hat. Als Material wurden sehr junge Larven von Fröschen *(Rana fusca, esculenta, arvensis)* und von *Bombinator igneus*, zum Teil auch *Bufo*-Arten und *Pelobates fuscus* verwandt, von denen *Rana esculenta* sich am geeignetsten erwies. Es wurden Teilstücke von Tieren derselben Art und auch verschiedener Arten zur Verwachsung gebracht. Operation und Aufzucht geschahen in physiologischer Kochsalzlösung (0,6 %) und in Leitungswasser. Referent hatte im Sommer 1895 persönlich Gelegenheit, unter Born's liebenswürdiger Führung die Anordnung der Versuche zu sehen, die im wesentlichen darin bestand, dass die Teilstücke der Larven in flachen Glasschalen unter Kochsalzlösung oder unter Wasser durch Silberstäbchen aneinander gelegt wurden; bei dieser Lagerung wurden die Schnittflächen durch leichten Druck zusammengehalten und wuchsen zusammen.

Ueber die Ergebnisse dieser Experimente möge hier in Kürze folgendes mitgeteilt werden.

1. Die Erfahrungen früherer Beobachter (Fraisse, Roux, Barfurth) über das ausgezeichnete Wundheilungsvermögen jungen Amphibienlarven werden bestätigt. Die hervorragende Rolle, die hierbei die Epidermis spielt, stimmt mit der Erfahrung des Referenten überein, dass unter den Keimblättern dem Ektoderm die größte Regenerationskraft zukommt. Die abgetrennten Stücke erhalten sich nicht nur am Leben, sondern schreiten — häufig ohne Herz, Blut und Gefäße — auf Kosten ihrer Dotterbesitzer im Wachstum und in der Entwicklung fort, wie schon Vulpian an abgetrennten Schwanzenden eben ausgeschlüpfter Larven nachwies. „Dabei stellt sich mit vollkommener Evidenz heraus, dass die Entwicklung jedes Organs bis zur Schnittfläche, so gut wie bei der normalen Larve, fortschreitet, mag die Schnittfläche liegen, wie sie will. . . . Es spricht dies für ein hochgradiges Selbstdifferenzierungsvermögen der Teile unserer Larven im Sinne Roux's; eine wesentliche Beeinflussung der Entwicklung durch den Wegfall der normalen Nachbarschaft (Korrelation) ist nicht erweisbar. . . . Von unserem Anfangsstadium an geschieht die Entwicklung unserer Froschlarven also wesentlich nach den Prinzipien der Mosaiktheorie“ (S. 172, 173).

2. Teilstücke von Larven einer Art oder auch verschiedener Arten vereinigen sich durch Verwachsung an den Schnittflächen, wenn die Stücke gelinde aneinander gepresst ruhig liegen bleiben. Hierbei treten interes-

sante Erscheinungen an den Zellen auf, die sicherlich der von W. Roux entdeckten „Selbstordnung“ und „Selbsttrennung“ von Zellen unterzuordnen sind. Liegt z. B. ein Epithelrand auf Dotterzellen oder auf Zellen des Gehirnrohres, so bleiben diese Gewebe unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht miteinander vereinigt, sondern trennen sich wieder voneinander (Cytochorismus, Roux) und vereinigen sich erst mit ihres Gleichen (Roux' Cytarme und Cytolisthesis). Nur unter besonderen Verhältnissen, wenn Zellverschiebungen nicht möglich sind, vereinigen sich z. B. auch ektodermatische Epidermiszellen mit entodermatischen Darmepithelien, wie bei der Bildung von Mund und After in der normalen Entwicklung.

3. Die verwachsenen Larven oder Larvenstücke bleiben in der Folgezeit organisch vereinigt, wachsen und differenzieren ihre Organe und Gewebe, so lange der Nahrungsvorrat, der in den Dotterkörnern enthalten ist, reicht.

4. Kommen bei der Zusammenfügung gleichartige Organanlagen an einander zu liegen, so verwachsen sie zu einem Continuum; die Verbindung geschieht durch das gleichartige, spezifische Gewebe der betreffenden Organe; kommen ungleichartige Organanlagen aneinander; so geschieht die Verbindung durch Bindegewebe. Sind die gleichartigen Organe hohl, so stellt sich nicht nur die Kontinuität ihrer Wandbestandteile, sondern auch vollständig glatte Kommunikation ihrer Hohlräume her.

5. In einigen Fällen sind gleichartige Organe, deren Querschnitte bei der Zusammenfügung der Larven sicher nicht direkt aneinander gelagert waren, trotzdem zur Verwachsung gelangt. Es haben also hier die nach der Vereinigung wachsenden Organe sich gesucht und gefunden; es liegt nahe, ebenso wie Roux dies für seinen Cytotropismus gethan hat, auch bei dieser Annäherung auswachsender Organe an chemotaktische Vorgänge zu denken.

6. Bei der Verwachsung der Organe treten gelegentlich sekundär entstandene Abnormitäten auf, z. B. Einmündung eines Vornierenganges in den Darmkanal u. a.

7. Die Verwachsung gleichartiger Gewebe und Organe findet in jeder beliebigen Richtung statt. Eine „Polarität“ ist bei jungen Anurenlarven also so wenig vorhanden, wie bei den Hydroidpolypen (Loeb), während sie z. B. von Nussbaum für *Hydra*, von Vöchting für Pflanzen nachgewiesen wurde.

8. Die Verwachsung der Komponenten ist in vielen Fällen nicht nur eine anatomische, sondern auch eine physiologische, funktionelle Vereinigung. Bei allen Verwachsungen tritt eine wenigstens teilweise Gemeinsamkeit des Blutkreislaufs ein, wobei merkwürdigerweise das Wachstum der Teilstücke verschieden bleiben kann, während die Differenzierung im gleichen Tempo fortschreitet. Inniger ist die physiologische Symbiose, wenn, wie bei der gleichsinnigen Bauchvereinigung, ein langes Darmrohrstück beiden Partnern gemeinsam ist, und sie erreicht den höchsten Grad, wenn etwa das Hinterstück einer Larve mit dem Vorderstück einer andern vereinigt wird, worauf dann die Organe beider Stücke so zusammenarbeiten, wie die einheitlichen Organe einer normalen Larve. Es lässt sich also ein einheitlicher Organismus aus zwei Eiern herstellen, so wie umgekehrt ein Ei zwei Organismen liefern kann.

9. Die Zusammensetzungsversuche ergänzen in höchst willkommener Weise die „Defektversuche“ (Roux, Barfurth u. a.). „Während sich aus den Defektversuchen nur, gewissermaßen negativ, schließen ließ, dass — immer unser Ausgangsstadium vorausgesetzt — nach Wegfall der normalen Nachbarschaft und Beziehung, die Teile unserer Larven sich doch bis zur Schnittfläche so entwickelten, als wenn nichts fehlte, kommt hier das positive Ergebnis hinzu, dass das Hinzutreten der heterogensten, neuen Nachbarschaften, ja die innigste, organische Verbindung mit denselben, keinen korrelativ ändernden Einfluss auf die Entwicklung der zusammengefügten Teile ausübt“ (S. 203).

10. Zahlreiche Zusammensetzungen sind dem Resultate nach als künstliche Doppelbildungen anzusprechen.

11. Dem Wesen nach schließen sich die Versuche den Transplantationen der Pathologen, Chirurgen u. s. w. an. Demselben Gebiet gehören an die Versuche Zahn's u. a. über Transplantation embryonaler Gewebe, die Experimente von E. Joest über Verwachsung der Teilstücke von Regenwürmern, die Wetzel'schen Verwachsungsstudien von *Hydra*, die Beobachtungen von Zoja und Morgan über Verwachsungen an Eiern Wirbelloser, von Vöchting über Transplantationen an Pflanzen u. s. w.

Die vorliegende Arbeit von G. Born ist besonders wertvoll durch das beigebrachte Beweismaterial an Schnittserien, Rekonstruktionen, Photographien (von W. Gebhardt ausgeführt!) und histologischen Untersuchungen. Sie hat auch gerade in diesem Augenblick ein allgemeines biologisches Interesse für die Beurteilung gewisser prinzipieller Fragen. Soeben hat O. Hertwig in einer Streitschrift den Nachweis zu führen gesucht, dass biologische Experimente überhaupt nur einen zweifelhaften Wert besitzen, dass im besondern die Versuche von W. Roux verfehlt seien und seine Mosaiktheorie verworfen werden müsse. Diese Anschauungen finden in der Born'schen Arbeit keine Stütze. Das Ergebnis der Experimente ist klipp und klar und von weittragender Bedeutung. Sie wird von G. Born selber in folgendem Satze ausgesprochen: „Die Entwicklung beruht von unserem Ausgangsstadium an wesentlich auf Selbstdifferenzierung der einzelnen Teile; ein korrelativer Einfluss der Nachbarschaft, wie des Ganzen lässt sich nirgends erkennen — weder negativ, noch positiv; die Entwicklung entspricht also von unserm Ausgangsstadium an durchaus der Mosaiktheorie Roux's; die organbildenden Keimbezirke sind ausgeteilt (His)“ (S. 205). [59]

Rostock, 9. April 1897. **Dietrich Barfurth.**

R. J. Petri, Das Mikroskop. Von seinen Anfängen bis zur jetzigen Vervollkommnung für alle Freunde dieses Instrumentes.

Mit 191 Abbildungen im Text und 2 Facsimiledrucken. 8°. Verlag von Richard Schoetz. Berlin 1896.

Die reiche Zahl von Abbildungen verleiht dem Buch das Ansehen eines historischen Bilderatlasses. Von den ältesten Mikroskopen, deren Abbildungen

noch erhalten sind, bis zu den neuesten sind wohl alle Typen durch interessante Vertreter repräsentiert. Der theoretische Teil der Optik ist in dem Buch entsprechend dem großen Leserkreis, an den sich das Buch wendet, auf das Notwendigste beschränkt, ausführlicher sind dagegen die Vorzüge der augenblicklich besten Systeme besprochen; auch weist der Verfasser auf die Verbesserungsfähigkeit unserer heutigen Mikroskope hin. [49]

Hans Friedenthal.

Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege.

Zweiundzwanzigste Versammlung zu Karlsruhe

in den Tagen vom 14. bis 17. September 1897.

Tagesordnung. *Dienstag, den 14. September: Mitteilungen über den Stand der „Kehrichtverbrennung" in Deutschland. Oberingenieur F. Andreas Meyer (Hamburg). I. Die Bekämpfung des „Alkoholmissbrauchs". Referent: Medizinalrat Prof. Dr. F. Tuczek (Marburg). II. Vorteile und Nachteile der „getrennten Abführung der Meteorwässer" bei der Kanalisation der Städte. Referenten: Hofrat Prof. Dr. A. Gärtner (Jena); Baurat A. Herzberg (Berlin).*

Mittwoch, den 15. September. III. Die „Nahrungsmittelfälschung" und ihre Bekämpfung. Referenten: Oberbürgermeister Rümelin (Stuttgart); Prof. Dr. H. Beckurts (Braunschweig). IV. Die Vorzüge der „Schulgebäude-Anlagen im Pavillon-System", durchführbar für die Aufsenbezirke der Städte. Referent: Prof. H. Chr. Nussbaum (Hannover).

Donnerstag, den 16. September. V. Die „Wohnungsdesinfektion" in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht. Referenten: Prof. Dr. E. v. Esmarch (Königsberg); Oberbürgermeister Zweigert (Essen). VI. „Hygiene der Bäder und Luftkurorte" (Sommerfrischen) und Mafsregeln gegen Einschleppung und Verbreitung von Infektionskrankheiten. Referent: Geh.-Rat Dr. F. Battlehner (Karlsruhe).

Freitag, den 17. September. „Besuch von Baden-Baden". Besichtigung der Trinkhalle, der staatlichen Badanstalten und der Kläranlage für das Kanalwasser. Spaziergänge in die Villenbezirke, auf das alte Schloss u. s. w.

Der ständige Sekretär:

Geh. San.-Rat Dr. A. Spiess.

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. Juni 1897.** **Nr. 12.**

Inhalt: **Bokorny**, Grenze der wirksamen Verdünnung von Nährstoffen bei Algen und Pilzen. — **Car**, Ueber den Mechanismus der Lokomotion der Pulmonaten. — v. **Lendenfeld**, Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke. — **Keller**, Pädagogisch-psychometrische Studien.

Grenze der wirksamen Verdünnung von Nährstoffen bei Algen und Pilzen.

Von Dr. **Th. Bokorny**.

Da die Ernährung der Pflanzen davon abhängt, in welchem Maße und mit welcher Geschwindigkeit die Stoffe von den Zellen aufgesammelt werden, so wurden zunächst einige Versuche mit Stoffen angestellt, welche leicht in den Zellen nachweisbar sind und von diesen aufgesammelt werden, ohne gerade Nährstoffe zu sein.

Zu den leicht nachweisbaren Stoffen gehören einige organische Farbstoffe von großer Färbekraft.

Fuchsin färbt Wasser noch bei einer Verdünnung von 1 : 100000 intensiv rot-violett; auch die Lösung 1 : Million zeigt makroskopisch noch deutliche Färbung, unter dem Mikroskop erscheint ein Tropfen derselben ungefärbt.

Mesokarpus und *Spirogyra*, zwei in unsern Gewässern häufig vorkommende Algen, wurden in den beiden Lösungen 8 Tage lang belassen. In der Lösung 1 : 100000 starben die beiden Algenarten ab, sämtliche Zellen waren nun intensiv gefärbt, viel stärker als die Lösung selbst; sie hatten also beträchtliche Mengen Farbstoff in sich aufgespeichert, insbesondere das Protoplasma. Die Lösung 1 : Million ließ beiderlei Algen am Leben; unter diesen Umständen trat keine Färbung des Protoplasmas ein; lebende Zellen färben sich meist nicht, wie schon länger bekannt, sie lassen wahrscheinlich diesen Farbstoff gar nicht durch die Plasmahaut eindringen. Dringt derselbe ein, wie es

bei getöteten Zellen der Fall ist, und verbindet er sich mit den Eiweißstoffen, so wird er aus einer so hoch verdünnten Lösung, wie der zuerst erwähnten, binnen kurzer Zeit in beträchtlichem Maße herausgenommen und aufgespeichert.

Ein ähnlicher Versuch mit Jodviolettlösung ergab, dass auch dieser Farbstoff rasch von den Zellen gespeichert wird. In der Lösung 1 : 100000 färbten sich sämtliche *Spirogyra-* und *Mesocarpus*-Zellen binnen 24 Stunden intensiv violett, viel stärker als die Lösung selbst gefärbt war. Die Zellen starben dabei ab.

Auch die Lösung 1 : Million bewirkte eine Färbung etwa der Hälfte der Zellen binnen 24 Stunden; dieselben starben aber hiebei nicht ab, sondern behielten ihre Lebensfähigkeit bei und gewährten durchaus das Aussehen von lebenden Zellen; ihr Turgor und die Anordnung der Zellbestandteile war unverändert erhalten. Gefärbt hatte sich nur der Zellsaft, nicht das Protoplasma, daher die Erhaltung der Lebensfähigkeit. Bisweilen hatten sich auch Ausscheidungen im Zellsafte gebildet, welche den Farbstoff ganz an sich rissen, so dass die übrige Vakuole ungefärbt erschien. Jodviolett scheint die lebende Plasmahaut passieren zu können.

Die Lösung des Jodvioletts im Verhältnis 1 : 10 Millionen (die Färbung war eben noch sichtbar in größerer Flüssigkeitsmenge) aber vermochte eine Färbung der *Spirogyra-* und *Mesocarpus*-Zellen nicht hervorzurufen. Nach 3 Wochen waren die Fäden noch lebend und ganz ungefärbt, d. h. sie besaßen noch die ursprüngliche chlorophyllgrüne Farbe. Es scheint, dass bei dieser hohen Verdünnung des Farbstoffes ein so langsames Eindringen in die Zellen stattfindet, dass derselbe durch die Lebensthätigkeit des Protoplasmas wieder zerstört wird in dem Maße, als er eindringt. Auch nach weiteren 2 Wochen war noch alles unverändert.

Auch mit sehr verdünnten Jod-Jodkalium-Lösungen kann man zeigen, wie rasch die Stoffe bei großer Verdünnung noch von den Zellen aufgenommen werden. In einer Jod-Lösung von 1 : 100000 waren *Spirogyra-* und *Mesocarpus*-Fäden binnen 24 Stunden blau gefärbt, indem die Stärkekörner der Zellen die bekannte Jodstärkereaktion angenommen hatten; die Zellen freilich waren hiemit abgestorben.

Eine gleichzeitig aufgestellte Lösung von noch 5mal größerer Verdünnung, nämlich 1 : 500000 zeigte merkwürdiger Weise die Spirogyren teilweise abgestorben aber nicht gefärbt. Die Zellen waren also hier durch eine so geringe Menge Jod getötet worden, dass die Jod-Stärke-Reaktion nicht zum Vorschein kam. Uebrigens hielt ein kleiner Teil der Spirogyren und ein beträchtlicher Prozentsatz von *Mesocarpus* die giftige Wirkung dieser hochverdünnten Jod-Lösung 14 Tage lang aus, ohne die geringste Schädigung zu erleiden. Schon makroskopisch

konnte man die noch schön grünen turgescenten Fäden neben den abgestorbenen von grauer Farbe deutlich erkennen und unterscheiden.

Durch Jod-Lösung von 1:1000000 wurden die Fäden zunächst gar nicht verändert; sie vegetierten ruhig weiter. Erst nach 14 Tagen ließen sich unter dem Mikroskop einige Schädigungen erkennen, welche durch Jod von 1:Million verursacht waren. Manche Zellen waren ganz abgestorben unter Kontraktion des Protoplasmas und Verfärbung des Chlorophylls; bei manchen wies nur die eingetretene Verschiebung der Zellorgane auf eine Schädigung hin.

Ein Stoff, welcher leicht in lebende Zellen eindringt und darin eine deutliche Reaktion hervorruft, ohne die Zelle zu töten, ist das Coffein.

Dasselbe bewirkt, wie von Verf. an anderer Stelle schon mehrfach hervorgehoben wurde (Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XIX, Heft 2; dieses Centralbl., 1888 und Pflüg. Arch., 1889 etc.), eine eigentümliche Ballung (Aggregation) des lebenden Inhaltes der Pflanzenzelle, des aktiven nicht organisierten Proteins, welches teils im Protoplasma, teils im Zellsafte aufgespeichert ist (Spirogyren, Vaucherien, *Drosera*-Tentakeln, subepidermale Zellen des Blattes von Crassulaceen etc.). Ferner wird durch Coffein häufig eine Kontraktion und Teilung der Vakuolenwand hervorgerufen, auch durch ganz verdünnte Lösungen, welche durchaus nicht plasmolytisch wirken.

Die Aggregation tritt, auch bei großer Verdünnung des Coffeins, fast augenblicklich ein. Ja es ist sogar von Vorteil, statt der 0,1 prozentigen eine 0,01 proz. Coffein-Lösung anzuwenden, weil durch erstere die Zellen leicht geschädigt werden.

Wendet man 0,01 proz. Lösung des Coffeins auf lebende Zellen mit gespeichertem aktivem Albumin an, so tritt, ohne Veränderung der Lebensfähigkeit, binnen Kurzem die erwähnte merkwürdige Reaktion ein, die wohl in letzter Linie auf eine Wasserausstoßung aus dem im gequollenen Zustande befindlichen aktiven Albumin zurückzuführen ist. Bringt man die Zellen in reines Wasser zurück, so wird die Veränderung wieder aufgehoben.

Coffein dringt also noch in 0,01 proz. Lösung binnen einigen Minuten in solcher Menge in die lebende Zelle ein, dass genannte Reaktion erfolgen kann.

Von besonderem Interesse ist die Aufnahme der Nährstoffe selbst durch die Zellen. Dieselben werden in der Natur zweifellos oft in hoher Verdünnung dargeboten, und es soll hier untersucht werden, wie hochgradig die Verdünnung sein kann, ohne unwirksam zu werden.

Maßgebend für die Ernährungsfähigkeit hoch verdünnter Lösungen dürften neben der spezifischen Natur der Stoffe, hauptsächlich zwei Umstände sei: 1. die Raschheit des Eindringens der Nährstoffe in die lebende Zelle, 2. die Verbrauchsgeschwindigkeit im Getriebe des lebenden

Protoplasmas. Eine hochgradige Verdünnung des Nährstoffes kann also auf zweierlei Weise zur Unwirksamkeit führen, durch zu langsames Eindringen und durch zu großen Bedarf der lebenden Zelle an dem betreffenden Nährstoff. Pflanzen, welche rasch wachsen und also viel verbrauchen, können darum in einer hochverdünnten Lösung des Nährstoffes nicht mehr fortkommen, während andere darin gedeihen.

Was die Geschwindigkeit der Aufnahme in die Zelle anbelangt, so ist dieselbe in vielen Fällen eine sehr große, namentlich bei Zellen, welche Zeitlebens im Wasser sich befinden, davon umspült sind. Wie rasch selbst aus hoch verdünnten Lösungen, die nur 0,01 % und weniger enthalten, die Stoffe durch Wasserpflanzen aufgenommen werden, davon zeugen schon die oben angeführten Beispiele. Nachstehend sollen noch weitere Beweise mit wirklichen Nährstoffen geliefert werden.

Dass Zellen, welche Zeitlebens von Luft umspült sind, wie die Blattparenchymzellen der Landpflanzen schwieriger die Stoffe aus den wässerigen Auflösungen entnehmen, ist begreiflich. Darum wurde von Forschern wie Böhm, A. Meyer, welche Zuckerlösungen durch Blattfleischzellen aufnehmen ließen, mit relativ starken Lösungen experimentiert, 5—10proz. Lösungen. Ferner wurde hier die dem Eindringen hinderliche Epidermis (mit ihrer Cuticula) entfernt, d. h. die Blätter wurden in kleine Stücke zerschnitten, so dass die Lösung durch die Schnittflächen eindringen konnte.

Beim natürlichen Ernährungsvorgang freilich werden auch diesen luftumspülten Zellen viele Nährstoffe, wie Nitrate, in flüssiger (gelöster) Form dargeboten; aber die Lösungen grenzen nicht direkt an diese Zellen an, sondern sind durch Protoplasma und Zellhaut der als Uebergang dienenden Gefäßbündelzellen davon getrennt.

Bei Wasserpflanzen grenzt die Nährlösung vielfach direkt an die zu ernährende Zelle an. Auch ist hier eine durch Transpiration bedingte allmähliche Konzentration ausgeschlossen.

Besonders einfach liegen die Verhältnisse bei einzelligen Wasserpflanzen, wie Diatomeen, oder solchen, die aus gleichartig gebildeten Zellen bestehende Fäden darstellen, wie *Mesocarpus*, *Zygnema*, *Spirogyra* etc.

Hier können also die Grenzen der wirksamen Verdünnung von Nährstoffen am besten erforscht werden.

Unter den Nährstoffen, welche in die Zellen nachweislich rasch auch noch bei großer Verdünnung eindringen, seien hier das Kali und Ammoniak erwähnt.

Als freie Basen rufen sie eine ähnliche Veränderung im lebenden Zellinhalte hervor wie das Coffein.

Ammoniak wird noch in der Verdünnung 1:100000 so rasch in lebende Spirogyrenzellen aufgenommen, dass dieselben binnen $^1/_2$ Stunde deutliche Aggregationserscheinungen zeigen; der

Plasmaschlauch und der Zellsaft wird trüb von ausgeschiedenen Körnchen (Protosomen). Ammoniaklösung von 1:20000 wirkt ebenso nur noch rascher; Lösung 1:10000 bewirkt augenblicklich starke Körnchenbildung.

Mit Kalilösung von der Verdünnung 1:20000 erhält man fast augenblicklich Körnchenbildung in lebenden *Spirogyra*-Zellen.

Konzentrierte Kali- oder Ammoniaklösung rufte diese Erscheinung nicht hervor, weil hiemit die Zellen sogleich absterben und die Aggregation eine Lebensreaktion ist, d. h. nur an lebenden Zellen und an dem unveränderten aktiven Albumin erhalten werden kann.

Das Eindringen der Nährstoffe Kali und Ammoniak geht also mit staunenswerter Geschwindigkeit vor sich, auch bei sehr hoher Verdünnung. Darnach wird es begreiflich, wie dieselben noch bei einer Verdünnung von 0,0003% ernährend auf Algen wirken können (siehe unten).

Um zu sehen, bei welcher Verdünnung der mineralischen Nährstoffe die Algen, wie *Mesocarpus* und *Spirogyra*, noch gedeihen, stellte ich mir Lösungen von Monokaliumphosphat + Magnesiumsulfat + Calciumnitrat her, welche a) pro 100000 Teile Wasser nur 1 Tl. Mineralsalz, b) pro 20000 Tl. Wasser, 1 Tl. Mineralsalz, c) pro 10000 Tl. Wasser, 1 Tl. Salz enthielten. Die Lösungen enthielten von der oben genannten Mischung die eben angegebenen Mengen, die Mischung enthielt Monokaliumphosphat, Magnesiumsulfat und Calciumnitrat zu gleichen Teilen. Um also die enthaltene Menge der einzelnen Mineralstoffe zu finden, muss man noch durch 3 dividieren. Die Lösungen enthielten z. B. von Monokaliumphosphat:

a) 1:300000, b) 1:60000, c) 1:30000.

6 Versuche wurden im Ganzen aufgestellt. Die Lösungen betrugen je 3 Liter und befanden sich in größern Glasgefäßen, sog. Einmachgläsern. In jedes Gefäß wurde eine kleine etwa 2 g (feucht gewogen) entsprechende Algenmenge gegeben; die Kulturen wurden ans Fenster gestellt und 3 Monate lang dort ruhig stehen gelassen. Die 3 ersten Gläser enthielten Spirogyren, die 3 folgenden *Mesocarpus*; das 1. und 4. Glas enthielten Lösung 1:10000, das 2. und 5. 1:20000, das 3. und 6. 1:100000.

Bei allen 3 Versuchen ergab sich, dass die Verdünnung der mineralischen Nährstoffe nicht zu weit getrieben war, um ernährend zu wirken. Die Spirogyrenfäden wuchsen, erfuhren neue Zellteilungen und verbrauchten allmählich die großen Stärkemengen (in Vers. 3. viel weniger als in 2. u. 1.), welche von Anfang an in ihnen aufgespeichert waren. Bei einem Kontrolversuch mit destilliertem Wasser blieben dieselben unverbraucht. Auch die Verdünnung der Mineralstoffe von 1:100000 war noch vollkommen ausreichend, um den Stickstoff-Phosphor-, Kalium-, Magnesium, Calcium-Bedarf der wachsenden

Spirogyren zu decken. Wenn man bedenkt, dass das Phosphat nur in dem Prozentsatz 0,00033 vorhanden war, desgleichen das Nitrat, so ist es wirklich erstaunlich, dass die Algen damit auskommen konnten. Man darf auch nicht etwa glauben, dass in den Pflanzen selbst ein genügender Vorrat von beiden vorhanden war. Denn dazu war die Versuchszeit von 3 Monaten zu lang und außerdem zeigten die Kontrol-Algen in destilliertem Wasser kein Wachstum, sie verkümmerten sichtlich.

Die Alge *Mesocarpus* in Versuch 4, 5 u. 6 wies ähnliche Erscheinungen auf. Bei allen dreien stellte sich Wachstum ein, bei 4. u. 5. viel mehr als bei 6.; es scheint, dass die Verdünnung der Mineralsalze, welche bei 6. herrschte, nicht mehr ausreichte, um ein rasches Wachstum zu ermöglichen. Auch waren die *Mesocarpus*-Zellen in Versuch 6 weit mehr mit Reservestoffen angefüllt wie die andern, es hatte kein so rascher (aber immerhin ein merklicher) Verbrauch stattgefunden. Die in destilliertem Wasser stehen gebliebenen *Mesocarpus*-Fäden waren dicht angefüllt mit Körnchen und Tröpfchen von Reservematerial. Auch *Mesocarpus* kann also in so hoch verdünnten Mineralstofflösungen noch ihren Bedarf an Phosphor, Kalium, Stickstoff etc. decken.

Schon wenige Tage nach Aufstellung der 6 Versuche zeigte sich ein merkwürdiger Unterschied zwischen den Lösungen a, b u. c. Die Lösungen a u. b ließen eine Bakterientrübung erkennen, die Lösungen c nicht! Bei Versuch 1 u. 2, ferner 4 u. 5 wurde also bald die Algenvegetation gestört durch das Dazwischentreten einer Spaltpilzvegetation, welche sich an der Oberfläche als Häutchen und innerhalb der Flüssigkeit als ziemlich starke Trübung zeigte. Die Algen bei Versuch 1 u. 2 litten ziemlich stark darunter, nach 3 Monaten war eine Anzahl der *Spirogyra*-Fäden abgestorben und gebleicht, manche waren noch lebend und grün, und geneigt, in kurze Stücke oder einzelne Zellen zu zerfallen.

Warum trat in 4 Fällen Spaltpilzvegetation auf, in den beiden andern (Versuch 3 und 6) nicht?

Bei Versuch 1, 2, 4 u. 5 schied sich offenbar aus den Algenzellen etwas organische Substanz aus und ging in das Wasser, das zum Versuche diente, über. Diese geringe Menge organischer Substanz genügte um den Bakterien eine Entwicklung zu ermöglichen. Desgleichen genügte auch die Mineralsalzmenge 0,01% und 0,005%, um einigen Bakterien die zum Wachstum nötige Quantität Phosphat, Nitrat etc. zu liefern.

In Versuch 3 u. 6 trat jedenfalls auch annähernd ebenso viele organische Substanz aus den Algen (die in gleicher Menge, 2 g, überall zugesetzt waren) aus; allein die vorhandene Quantität Mineralstoff, 0,001%, reichte nicht aus, um den Bakterien Entwicklung

zu gewähren. Bakterien haben einen größeren Mineralstoffbedarf als Algen. Während letztere noch in Lösungen, welche 0,00033% KH_2PO_4 und 0,00033% $MgSO_4$ und 0,00033% $Ca(NO_3)_2$ enthalten, fortkommen, wachsen Bakterien in solchen Lösungen nicht, auch wenn genügend organische Substanz vorhanden ist. Sie haben eben ein viel rascheres Wachstum und aus einer so hoch verdünnten Lösung wie bei Versuch 3 u. 6 wird ihnen nicht so viel Mineralsubstanz zugeleitet, als sie zum raschen Wachstum und zur Neubildung von Zellen brauchen.

Um das noch weiter zu erforschen, wurde eine Lösung von so geringer Mineralstoffmenge, 0,001%, mit $^1/_4$ proz. Pepton versetzt und stehen gelassen.

Nach 6 Tagen war noch keine deutliche Bakterienvegetation in der Flüssigkeit aufgetreten, trotzdem eine so vorzügliche Kohlenstoff- und Stickstoffquelle, das Pepton in reichlichem Maße geboten war. Als Mineralstoffe waren Dikaliumphosphat in der Menge 0,0005% und Magnesiumsulfat in der Menge 0,0005% angewandt worden. Dieselben vermögen also Fäulnispilze bei solcher Verdünnung nicht zu ernähren. Erhöht man den Prozentgehalt auf das gewöhnliche Maß, so tritt binnen 2 Tagen Fäulnis ein.

Wie stark die Verdünnung der organischen Nährstoffe (Kohlenstoffnahrung) für Pilze sein dürfe, ohne wirkungslos zu werden, wurde von Verf. bei einigen Stoffen erprobt.

Formaldehyd ist zwar so giftig, dass er noch in großer Verdünnung die Pilzzellen schädigt. Wendet man aber neben Formaldehyd (als Kohlenstoffquelle) Salmiak als Stickstoffnahrung an, so kann man (in Folge von Hexamethylenaminbildung) mit Lösungen von 1:20000, 1:10000, ja sogar 1:5000 Pilzvegetation erhalten. Nach 8 Tagen tritt in allen 3 Fällen deutliche Bakterientrübung in der Nährlösung ein, welche bei Lösung 1:5000 allmählich stärker wird und zu erheblichem Absatz von Bakterienmasse führt. Nach O. Loew tritt in solcher salmiakhaltiger Lösung die Bildung von Hexamethylenamin ein, welch letzteres dann ernährt. Auffallend ist die starke Verdünnung, 1:20000, bei welcher die Ernährung noch gelingt. Eine Lösung, welche weinsaures Ammoniak in der Verdünnung 1:10000 als Kohlenstoffquelle enthält, wird bei 6wöchentlichem Stehen nicht trübe, auch nicht bei absichtlichem Zusatz von Spaltpilzen.

Es ist also offenbar für die Entscheidung der Frage, bei welchem Verdünnungsgrad die organischen Nährstoffe unwirksam werden, nicht gleichgiltig, welche Stoffe in Betracht gezogen werden.

Aethylaldehyd kann noch in der Verdünnung 0,01% d. i. 1:10000 manchen Bakterien als Kohlenstoffquelle dienen. So erhielt ich nach 9tägiger Versuchsdauer eine Spaltpilztrübung, als ich 0,01% Aethylaldehyd als einzige Kohlenstoffquelle und außerdem die nötigen

Mineralstoffe als Nahrung darbot. Die Trübung wurde binnen weiteren 2 Tagen ziemlich stark.

Auch Methylalkohol kann schon in 0,01prozentiger Lösung als Kohlenstoffquelle für Spaltpilze dienen. Nach 5tägiger Versuchsdauer trat bei einem von mir aufgestellten Versuche schwache Bakterientrübung ein, nach weiteren 8 Tagen ziemlich starker Ansatz von Spaltpilzen an der Oberfläche, besonders an der Glaswand des Versuchsgefäßes; die Bakterienbildung schritt aber dann nicht mehr fort, wahrscheinlich wegen zu starker Verdünnung der Lösung.

Die Verdünnung 1:20000 dürfte wohl die äußerste Grenze sein, bei welcher manche organische Stoffe noch ernährend wirken. Mit noch höheren Verdünnungen konnte ich keine merkliche Pilzvegetation erhalten. Hier fließt die Kohlenstoffnahrung zu spärlich, als dass die Pilzzellen damit wachsen und sich vermehren könnten.

Selbst der ausgezeichnete Nährstoff Pepton lässt bei sehr hohen Verdünnungen keine erhebliche Bakterienvegetation mehr aufkommen.

Ich stellte 2 Versuche auf; die eine Nährflüssigkeit enthielt 0,01 proz. Pepton, die andere 0,002 proz. Pepton; beiden wurde eine genügende Menge Dikaliumphosphat und Magnesiumsulfat (0,05% zusammen) zugesetzt. Nach 6 Tagen war in der 0,01 proz. Pepton enthaltenden Flüssigkeit eine deutliche Bakterientrübung und Fäulnisgeruch, aber kein Absatz, aufgetreten, in der Lösung mit 0,002% kaum eine schwache Opalescenz, kein Fäulnisgeruch. Die Gesamtmenge Pepton war aber in beiden Fällen nicht unbeträchtlich, denn es wurde je 1 Liter Flüssigkeit zu den Versuchen angewendet.

Betrachten wir die Verdünnung, in welcher mineralische und andere Nährstoffe in den natürlichen Wässern auftreten, so scheint dieselbe häufig den bei obenstehenden Versuchen angewandten Prozentsätzen ungefähr zu entsprechen; oder die Naturwasser stellen konzentrierte Lösungen dar als die von mir angewandten.

So enthält das Mainwasser pro 1 Liter: 21 mg organische Stoffe d. i. 0,0021 mg; 80 mg Kalk d. i. 0,008%; 28 mg Magnesia d. i. 0,0028%; 3,2 mg Eisenoxyd und Thonerde d. i. 0,00032%; 5 mg Kali d. i. 0,0005%; 26 mg Natron d. i. 0,0026%; 54 mg Schwefelsäure d. i. 0,0054%; 2,9 mg Salpetersäure d. i. 0,00029%. (J. Koenig, Nahrungs- und Genussmittel, II, S. 1144.)

Rheinwasser enthält (nach demselben Autor): 16,8 mg organische Stoffe d. i. 0,00168%; 71 mg Kalk d. i. 0,0071%; 14,7 mg Magnesia d. i. 0,00147%; 1,8 mg Eisenoxyd und Thonerde d. i. 0,00018%; 4,2 mg Kali d. i. 0,00042%; 6,7 mg Natron d. i. 0,00067%; 2,4 mg Schwefelsäure d. i. 0,00244%; 6,2 mg Salpetersäure d. i.

In der Donau wurden gefunden (im Sommer) pro 1 Liter: 4,2 mg organische Stoffe d. i. 0,00042%; 54,3 mg Kalk d. i. 0,00543%; 12,8 mg Magnesia d. i. 0,00128%; 4,4 mg Eisenoxyd und Thon-

erde d. i. 0,00044%; 1,6 mg Kali d. i. 0,0016%; 2,8 mg Natron d. i. 0,00028%; 10,6 mg Schwefelsäure d. i. 0,0016%; 1,3 mg Salpetersäure d. i. 0,00013%.

Der Magnesia- und Kaligehalt ist in allen 3. Fällen höher als der bei meinen Versuchen 3 u. 6 angewendete, wo das Kaliumsalz nur 0,00033% betrug und ebenso das Magnesiumsalz.

Das Wasser des atlantischen Ozeans zeigte bei einer Analyse (von F. Fischer) folgenden Gehalt pro 1 Liter: 2,7560 mg Chlornatrium d. i. 2,756%; 3330 mg Chlormagnesium d. i. 0,333%; 610 mg schwefelsaures Magnesium d. i. 0,061%; 1720 mg schwefelsaures Kalium d. i. 0,172%; 2050 mg schwefelsaures Calcium d. i. 0,205%; 330 mg Bromnatrium d. i. 0,033%.

Der Kalium- und Magnesiumgehalt übersteigt also hier weit die von mir angewandten Mengen.

Im Meerwasser ist soviel Kali und Magnesia enthalten, dass die für Bakterien nötige Menge weit überschritten wird. Im Flusswasser aber dürfte diese Menge oft nicht erreicht werden.

Hingegen ist keines der erwähnten natürlichen Wasser so arm an Kali und Magnesia, dass nicht Algen darin wachsen könnten. Wenn in solchem Wasser auch Pilze stellenweise vorkommen, so liegt dies daran, dass durch das Absterben von Wasserpflanzen oder auch durch Einleiten von Abwassern die nötigen Kali- und Magnesiamengen zur Verfügung stehen.

Ein für das Leben der Pilze und Algen unentbehrlicher Bestandteil, die Phosphorsäure, ist in keiner der erwähnten Analysen aufgeführt. Ich finde nur bei Mineralwasseranalysen, z. B. der Fresenius'schen Analyse des Kochbrunnens in Wiesbaden phosphorsaures Natrium mit 0,000052% aufgeführt. Es scheint also, dass dieser Bestandteil in unbestimmbar geringer Menge im Fluss- und Meerwasser enthalten ist. Trotzdem leben in demselben zahlreiche Algen und sonstige Wasserpflanzen! Die Phosphorsäure scheint also noch in viel geringeren Mengen als den bei obigen Versuchen des Verf. angewandten zur Ernährung der Algen etc. dienen zu können. Das langsame Wachstum vieler grüner Wasserpflanzen bedingt einen so langsamen Verbrauch der Nährstoffe, dass auch die geringsten Mengen, wenn sie nur konstant vorhanden sind, schon ausreichen.

„Die im Flusswasser kaum nachweisbaren Spuren von Phosphaten findet man reichlich in ihrer Asche und den Jod- und Bromgehalt des Meerwassers hat man auch erst entdeckt, als man die Asche der Meeresalgen untersuchte, in welcher sich die Spuren von Jod- und Bromsalzen, welche das Meerwasser enthält, so anhäufen" (v. Pettenkofer, Zur Selbstreinigung der Flüsse. Arch. f. Hygiene, Bd. XII, S. 270).

Wie gering die Quantitäten organischer Substanz in den Flusswassern sind, geht ebenfalls aus obigen Wasseranalysen hervor.

Dieselben reichen nicht aus, um den so rasch wachsenden Bakterien und andern Pilzen, die ihre Trockensubstanz in wenigen Tagen vervielfachen, ein Fortkommen zu gewähren. Hingegen können Algen und andere Wasserpflanzen diese organische Nahrung verwerten, da sie langsam wachsen und außer dieser noch Kohlensäure assimilieren, die immer in großer Menge zur Verfügung steht. Faktisch wachsen Pilze bei verunreinigten Flüssen nur bis kurz unter der Einmündung der Siele in den Fluss, dann machen sie Algen und andern grünen Pflanzen Platz. [55]

Ueber den Mechanismus der Lokomotion der Pulmonaten.

Von Dr. **Lazar Car** in Agram.

Das höchst eigentümliche Gleiten unserer im Wasser lebenden Pulmonaten an der Oberfläche des Wassers, mit nach abwärts gekehrtem Gehäuse mittels ihres breiten Fußes, wie man es am besten in einem Aquarium beobachten kann, hat schon unzählige Naturfreunde in das größte Staunen versetzt. Dieses Phänomen frappiert erstens dadurch, dass man die sonst am Grunde oder an anderen festen Unterlagen zu sehen gewohnten Schnecken knapp unter dem Wasserspiegel bemerkt, zweitens dass sie in umgekehrter Lage die Schale nach unten, den Fuß nach oben sich befinden, drittens dass sie sich die Oberfläche des Wassers, also die Grenze zwischen Wasser und Luft, zur Unterlage erkoren haben, und dass sie schließlich an dieser ätherischen Unterlage überhaupt Stützpunkte finden können, welche sie für ihr Fortkommen benötigen. Ferner birgt das eigentümliche Vorwärtskommen, mittels der ausgebreiteten Fußsohle der Schnecken überhaupt schon etwas Rätselhaftes in sich. Es mag sein, dass unsere eigene Bewegungsart und die anderer höherer, uns näher stehender Tiere mittels des Hebelapparates, uns die Lokomotion der Schnecken schon etwas fremdartiger erscheinen lässt. Aber wenn wir bei der sich vorwärts bewegenden Schnecke an ihrem Fuße doch irgendwelche merklichen Biegungen wahrnehmen könnten, würde uns das weniger überraschen. Doch die ausgebreitete und geebnete Sohle des Schneckenfußes behält ihre Form und Konturen und fließt nur nach vorwärts als ein Ganzes, wie wenn sie von einem Magnet angezogen wäre. Ohne Zweifel müssen da ganz eigentümliche Vorrichtungen herrschen und ein ganz besonderer Mechanismus der lokomotorischen Organe vorliegen.

Dass sich schon Viele an die Erklärung dieses Rätsels herangewagt haben, davon konnte ich mich leicht an der Litteratur überzeugen.

Blainville [1] äußerte sich darüber folgendermaßen: „Les céphalés terrestres rampent à l'aide de leur pied. Pendant leur progression, il s'opère un mouvement ondulatoire entre la partie postérieure et la

partie antérieure de cet organe. Ce genre de reptation ressemble nullement à celui des Reptiles; c'est plutôt un glissement du disque abdominal produit par des ondulations extrêmement fines de tous les petits faisceaux longitudinaux qui compesent cet empatement".

Quatrefages [2] ist der Meinung, „dass die Voranbewegung der Weichtiere an der Oberfläche des Wassers und mit dem Fuß an der Luft nicht durch eigentümliche Bewegungen des Fußes geschehen könne, sondern der Thätigkeit der Flimmerhaare zuzuschreiben sei, welche den ganzen Körper und insbesondere auch dessen Sohle bedecken".

In späterer Zeit befasste sich viel mit den Bewegungen der Landschnecken Dr. Heinrich Simroth [9]. Er publizierte mehrere Abhandlungen über diesen Gegenstand. Aus seiner Arbeit „Ueber die Bewegung und das Bewegungsorgan des *Cyclostoma elegans* und der einheimischen Schnecken überhaupt" entnehme ich folgendes:

Simroth widerspricht der Annahme von Moquin-Tandon, wonach die Sohlenbiegungen und die Beihilfe des Schwanzes, der Fühler, der Lippenwülste als Ruderapparate in Anspruch genommen werden. Moquin-Tandon sagt: „Pour se diriger dans l'eau, les Gastéropodes se servent habilement des bords plus on moins dilatés de leur disque, de leur quene et même de leur chaperon. Lister fait observer que les tentacules élarges, minces et membraneux de la Limnée stagnale sont, pour se Mollusque, pendant ses divers mouvements, comme des espèces de nageoires. On pourrait peut-être en dire autant des cornes très allongées des Planorbes et des Physes". „Alle diese Organe, mit Ausnahme der Sohle — sagt Simroth — sind für die Lokomotion völlig nutzlos und einfach zu streichen; denn einerseits geschieht ihre Bewegung zu ganz anderen Zwecken, die ihrer eigentlichen Natur angemessen sind, andererseits leisten sie nichts zur Beantwortung der Frage: warum schwimmt ein Tier vom spezifischen Gewichte des Wassers nie mitten durch die Flüssigkeit, sondern warum kriecht es stets an der Oberfläche, „sur la lame d'air en contact avec la surface de l'eau? (Dugès)".

Sehr beachtenswert ist die Entdeckung von Simroth, dass das Gleiten des umgekehrten Fußes nicht direkt an der Grenze zwischen Wasser und Luft geschieht, sondern dass hier eine ausnehmend feine Schleimhaut vom Fuße abgesondert wird. Diese Schleimhaut ist die Lamelle zwischen Wasser und Luft, wie er sich ausdrückt. Man bemerkt sie nach Simroth nur bei sehr günstigem Lichtreflex. Sie soll leichter als Wasser sein und mischt sich mit diesem nicht im geringsten.

In der That erinnere ich mich, dass ich nicht selten beobachten, und mich darüber nicht genug wundern konnte, dass beim trichterartigen Einziehen der unteren, jetzt nach oben gekehrten Oberfläche der Fußsohle, das Wasser nicht in die Vertiefung eindringt. Nach

Simroth scheiden die Schleimdrüsen der Fußsohle dieses feine Band aus, welches beim Gleiten zurückgelassen wird, also sich in der That als ein langes Band am zurückgelegten Wege hinzieht. Es haftet nicht wie ein anderer Schleim an der Sohle fest, es dient ihr nur zur Unterlage. Wenn sich also die Sohle stellenweise vertieft, so zieht sie sich von ihr erzeugten Unterlage weg. Die trichterartige Vertiefung ist also ein leerer Raum, unten durch die Sohle, oben durch das schleimige Band begrenzt. Deshalb fließt in den Trichter kein Wasser; deshalb gleiten die Schnecken mit gleicher Geschwindigkeit an der Oberfläche des Wassers wie am Glase, weil die Unterlage, unter solchen Umständen und dadurch auch die Reibung stets dieselbe bleibt.

Warum scheidet aber die Fußsohle dieses schleimige Band nicht auch mitten in der Flüssigkeit ab, sondern stets nur an begrenzten Flächen, seien sie die Seitenwände des Bassins, oder die im Wasser sich befindenden Pflanzen etc. oder die Oberfläche des Wassers? Darüber sagt Simroth nichts. Vielleicht ist ein gewisser Grad von Dichtigkeit des Mediums dazu doch nötig, und die Flüssigkeitshaut ist gerade noch so dicht, um dies zu ermöglichen, trägt also indirekt doch etwas dazu bei. Ich erinnere an einen analogen Prozess. Wenn man nämlich einen Gegenstand in flüssiges Wachs eintaucht und ihn wieder herauszieht, so erhält er einen Belag von Wachs, und zwar geschieht das auch in dem Falle, wenn der eingetauchte Gegenstand nicht kälter ist als das geschmolzene Wachs. An den Flächen eines dichteren Körpers haftet das Wachs bekanntlich in Folge der Adhäsion. Dasselbe geschieht also auch hier. Die Schleimlamelle muss daher unterhalb der Flüssigkeitshaut liegen; ist also nicht zwischen Wasser und Luft, wie sich Simroth ausspricht, sondern unter der Flüssigkeitsmembran.

Buchner [16] teilt eine nachträglich gemachte Bemerkung von Simroth mit, wonach die kleinen Limnaeen auf einem Schleimbande auch mitten durch das Wasser mit nach oben gewendeter Schale kriechen können. Das kann ich nicht bestreiten, aber nachdem ich es selbst nie beobachtete, und auch Simroth, welcher sich doch so viel mit den Schnecken befasste, nicht früher bemerkte, muss ich daraus schon schließen, dass es doch äußerst selten und vielleicht nur unter besonderen Umständen geschieht.

Bevor ich jedoch auf den Mechanismus dieser eigenartigen gleitenden Lokomotion der Pulmonaten selbst übergehe, will ich zuvor die Hypothesen anderer mitteilen.

Nach Simroth ist die eigentlich bewegende Kraft das Wellenspiel: die Verlängerung der Fußsohle durch lokomotorische Wellen vorn und die Verkürzung durch den Retraktor hinten. Die Hauptrolle spielt die Verlängerung der Sohle, erzeugt durch die Extension von Längsmuskelfasern. Auch Maria Gräfin v. Linden [17], welche

die Arbeiten von Simroth nicht zitiert, kommt zum folgenden Schlusse: „Die kleinen wellenförmigen Bewegungen auf dessen Sohle genügen um eine Ortsveränderung hervorzubringen; als Steuer dienen hierbei Kopf und Fühler". Wie die Extension durch eine besondere Auslösung des Muskelreizes zu Stande kommt, darauf werden wir noch zurückkommen.

Dem gegenüber vertritt Sochaczewer [11] eine ganz andere Ansicht. Er sucht im Schwellgewebe des Fußes das bewegende Agens. „Im Gegensatz zu Simroth — sagt dieser Autor — möchte ich annehmen, dass das durchweg kavernöse Gewebe des Fußes nicht bloß zur Unterstützung der sog. extensilen Fasern dient, sondern dass es hauptsächlich die Lokomotion bewirkt. Die Fasern selbst werden durch die einströmende Flüssigkeit gedehnt und wirken erst nach reflektorischen Anreiz treibend auf die die Maschen anschwellende Blutmenge. Die Wellen, welche über die Sohlenfläche gleiten, könnten dann wohl den Ausdruck der durch periodisch ausgelöste Muskelthätigkeit erzeugten Strömung sein".

Simroth gelang es in seiner oben zitierten Arbeit diese von Sochaczewer vorgetragene Ansicht vollständig zu widerlegen. Da es also Simroth schon ausführlich gethan hat, will ich weder seine Argumente von Neuem zitieren, noch mich überhaupt in diese Hypothese der Erklärung des Gleitens mittels des Schwellgewebes weiter einlassen. Es erübrigt uns also wohl nur die Simroth'sche Hypothese der Extension.

Simroth kommt zum ganz richtigem Schlusse, dass die Lokomotion der Schnecken nicht auf einem Schwellgewebe des Fußes, sondern dass sie nur auf der Extension von Längsmuskelfasern beruht. Wenn ich ihm aber bisher gerne gefolgt bin, so gehen von jetzt an unsere Wege auseinander.

Simroth setzt sich über den schwierigsten Punkt der ganzen Frage so hinweg, dass er die Längsfasern durch die Myosingerinnung ausdehnen lässt. Durch die Gerinnung soll eine feste Scheibe entstehen, die sich hinten beständig löst, während sie vorn um die gleiche Myosinmenge wächst. Dass dies aber, wenigstens für die *Limnaea* nicht nur nicht notwendig, sondern auch unwahrscheinlich ist, will ich hier versuchen zu zeigen, indem ich eine andere, einfachere und gewiss auch plausiblere Hypothese vortrage.

Meine Methode der Untersuchung bestand erstens in der Beobachtung, soweit man überhaupt aus der Art der Bewegung irgendwelche Schlüsse auf den Mechanismus der Bewegung ziehen kann, und zweitens fertigte ich mir Schnittserien an, damit ich durch die Einsicht in die Muskelanordnung im Fuße weitere Behelfe für meine Vermutungen gewinnen konnte.

Vorerst wollen wir uns das Organ für die Bewegung, den Fuß der Schnecken überhaupt, genau besichtigen, um in seine Struktur

besser eindringen zu können. Aus der Litteratur will ich nur Einiges anführen.

In Bronn's [3] „Klassen und Ordnungen (dritten Bandes zweite Abteilung, Weichtiere von W. Keferstein)" finde ich in Bezug auf die Histologie des Fußes der Vorderkiemer Folgendes: „Die eigentliche Substanz des Fußes wird aus Muskelbündeln gebildet, die der Hauptsache nach parallel der Sohle verlaufen, aber von vielen Muskelbündeln durchsetzt werden, die senkrecht zur Sohle oder schräg dazu stehen, so dass fast in allen Richtungen Bündeln vorhanden sind".... „Der Fuß ist das Fortbewegungsorgan der Schnecken, vorn dehnt er sich aus, hinten bleibt er haften und während so Kontraktionen wellenartig an der Sohle ablaufen, kriecht langsam das Tier fort",....

Weiter im Kapitel über die Lebensweise (2. Bewegung) heißt es: „Das Kriechen geschieht durch die Bewegungen des Fußes, dessen Bau wir oben schon genau besprochen haben. Die Muskeln in der platten Fußsohle ziehen besonders in der Längsrichtung, andere aber auch von oben nach unten, und noch andere wieder schräg, so dass fast wie die Zunge des Menschen der Schneckenfuß der mannigfachsten Bewegung fähig ist. Wenn eine Schnecke an einem Glase in die Höhe kriecht, kann man leicht durch die Glaswand hindurch sehen, welche Bewegungen der Fuß dabei vollbringt. Man bemerkt, dass wellenförmig über die ganze Breite des Fußes reichende Kontraktionen an ihm entlang laufen und dass dadurch wie auf kleinen Walzen die Schnecke ständig fortgeschoben wird".

Ueber den Fuß der Lungenschnecken heißt es wieder wörtlich: „Der Fuß besteht so fast durchweg aus Muskeln und zwar zum überwiegenden Teile aus Längsmuskeln, überall findet man aber auch senkrecht dazwischen verlaufende Züge und auch diagonale Fasern".

Da ich noch A. Lang's vergleichende Anatomie, dritte Abteilung, *Mollusca*, und durch ihn L. Plate [14] zu Rate gezogen habe, konnte ich die oben angeführten Befunde bezüglich der Histologie der Haut und des Fußes, durch meine eigenen Schnitte im Wesentlichen nur bestätigen. Eine erschöpfende Ausbeute der Litteratur für so spezielle Zwecke ist heute wirklich schon fast zur Unmöglichkeit geworden, und ist übrigens, wenigstens meiner Meinung nach, das zu tiefe Eindringen in die Arbeiten und Ansichten anderer ein Hemmnis für das Auftauchen neuer Ideen.

Ich wählte zur eigenen Beobachtung kleine Limnaeen, damit ich eventuell Schnitte durch den ganzen Fuß erhalten konnte. Die Species habe ich leider nicht bestimmt. Die Schnittserien sind in sagitaler, frontaler, wie auch in transversaler Richtung ausgeführt worden. Die vorläufige Stückfärbung diente mir nur zum leichteren Orientieren beim Einbetten in Paraffin. Später musste ich die Schnitte, da der Farbstoff nicht tief genug eingedrungen ist und die Schnitte zu blass waren,

noch nachträglich als solche in Boraxkarmin färben. Zum Schneiden bediente ich mich des Spengel'schen Mikrotomes.

Die aus den Schnitten gewonnene Histologie des Fußes ist kurzgefasst folgende:

Die ganze Oberfläche des Fußes ist mit einem zylindrischen flimmernden Epithel bedeckt[1]). Die Epithelzellen sind an ihrer Basis zerfasert, wohl in Folge des Mangels einer Stützlamelle. Dass die basalen Fortsätze das Epithel mit dem darunter liegenden Gewebe zu verbinden haben, scheint mir schon aus dem Umstande bewiesen zu sein, weil die Verbindung ja ohnehin so schwach ist, dass trotz dieser Zerfaserung sich das Epithel bei der Schrumpfung in Alkohol so leicht stellenweise loslöst. Dass aber für das Normalleben der Limnaeen diese Verbindung genügt, lässt sich wieder dadurch erklären, dass dieselben als Wassertiere vom spezifischen Gewichte des Wassers einer größeren Zerrung nie ausgesetzt sind, wofür ja übrigens auch ihre von ihnen selbst gebildete, stets glatte Unterlage noch Sorge trägt.

Das direkt unter dem Epithel liegende Gewebe die sog. Cutis oder Drüsenschicht, ist etwas dichter als die tiefer gelegene Gewebe-Muskelschicht. Die Zellen in der Cutis sind rundlich und fest zusammengepresst; sie bilden ein dichtes parenchymatisches Gewebe. Die Konturen der einzelnen Zellen sind schwer zu unterscheiden, doch die zusammengedrängten intensiver gefärbten Kerne lassen auf ihre dichte Anhäufung schließen. Zwischen ihnen sind auch einzelne Drüsenzellen zu sehen.

Fig. 1.

Fig. 1. Sagittaler Längsschnitt durch den ganzen Fuß von *Limnaea*, halbschematisch.

Die einzelligen Drüsen sind groß, ihr Inhalt, wohl Schleim, ist sehr schwach gefärbt und erweist sich erst bei stärksten Vergrößerungen als sehr fein granuliert. Einzelne Drüsen sind so groß, dass ich sie durch ganze Serien von Schnitten verfolgen konnte. Solche Drüsen-

1) Die Aufgabe der Bewimperung bestände nach Wood-Mason [4] in der Verteilung des Schleimes auf der Fußoberfläche.

zellen gibt es nicht viele, auch sind sie nur an die Sohle beschränkt. Sehr viele ovale Lücken, nahe der Sohle, haben sich mir später nicht als Kavernositäten, sondern als ausgeleerte Drüsenzellen ergeben.

Das Epithel ist nicht pigmentiert. Die verästelten Pigmentzellen des Bindegewebes kommen äußerst zerstreut in der Drüsenschicht, unter dem Epithel vor; dringen nie tief, bilden also nur eine oberflächliche Lage. Sie sind auf die Cutis beschränkt.

Die Lücken im Fuße, welche das Schwellgewebe oder die Kavernosität des Fußes ausmachen, sind ziemlich reichlich vorhanden, wie man das aus der Abbildung (Fig. 1) am besten ersieht.

Kalkkörperchen kommen sehr viele vor, und sind besonders vertreten in dem zentralen Bindegewebe — in der Muskelschicht. Sie sind sehr leicht durch ihre konzentrische Struktur erkennbar.

Die Muskelfasern, welche mich hauptsächlich interessierten, sind lang, fadenförmig, nicht bandförmig, höchstens am Querschnitt oval: zeigen ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen, bilden selten Bündel, oder diese sind wenigstens nur aus wenigen Fasern zusammengesetzt. In dickeren Fasern sieht man hie und da auch eine längsgestreifte Struktur, auch sind in solchen ab und zu in der Axe äußerst kleine stark lichtbrechende Körner eingesprengt, vielleicht die letzten Reste der Kerne. Die Anordnung ist nicht wiederzugeben. Die Muskelfasern kreuzen sich in allen möglichen Richtungen, sind ganz wirr in dem zentralen Bindegewebe zerstreut. Von einer Schicht von Längsmuskelfasern kann man kaum reden. Man sieht zwar stellenweise parallel der Längsoberfläche des Fußes Muskelfasern und auch ganze Bündel, doch eine zusammenhängende Schicht kommt auf einem Schnitt nicht zu Stande. Die dorsoventralen Fasern heben sich noch am meisten als solche hervor, namentlich an der Basis des Fußes, von wo sie sich radiär in den Fuß ausbreiten — Retraktor. Es fehlt jedoch auch nicht an Diagonalfasern und quergestellten, welche letztere man natürlich nur als Punkte auf einen sagittalen Längsschnitt wahrnimmt. Diese Punkte kann man aber ohne schwerer Mühe von den Kernen der rundlichen Bindegewebszellen, welche auch in dieser zentralen Partie — der Muskellage — vorkommen, unterscheiden. Ihre Dicke entspricht dem Durchmesser der nebenstehenden längsgeordneten Fasern, und sie zeigen auch dasselbe Lichtbrechungsvermögen wie diese.

Ueber die Innervierung der Muskelfasern kann ich nichts berichten. Nach Malepa [5] scheint an eine jede Muskelfaser eine Nervenfibrille zu treten (wenigstens bei den Stylomatophoren).

Eins muss ich aber besonders hervorheben. Wenn man auch auf den Schnitten meistenteils nur abgeschnittene Enden von Fasern bemerkt, so kann man doch nach einigen Suchen auch die unversehrten Enden auffinden, die dann ganz klar zeigen, dass die Faser ohne weiteres spitz endigt. Auch einen Zusammenhang der Muskelfasern

mit dem Epithel konnte ich nicht konstatieren, wie es z. B. Plate auf dem Schnitt durch die Haut von *Dandebardia rufa* angibt.

Hier wirft sich uns aber die Frage auf: wie kann dann eine Faser auf das umliegende Medium — das Bindegewebe — wirken und es zusammenziehen, wenn sie mit demselben durch nichts, und selbst an den Enden nicht, verbunden ist. Ich wage dafür eine Erklärung abzugeben. Sehr kleine Körper haben bekanntlich im Verhältnis eine sehr große Oberfläche. Je größer die Oberfläche, um so größer die Adhäsion. Das umliegende Medium haftet also vermöge der Adhäsion an der Muskelfaser. Zieht sich die letztere durch Kontraktion zusammen, so nimmt es das ihr anhaftende Gewebe mit; wenn sich gar aber viele Fasern in einer Richtung zusammenziehen, so wird es noch klarer, dass sich dann auch das dazwischen gelegene Bindegewebe passiv zusammenziehen muss. Freilich, wenn das Medium zu wenig dicht, fast ganz wässerig ist, so muss auch für eine bessere Verbindung mit demselben Sorge getragen werden. Und in der That sehen wir z. B. die mesenchymatösen Muskelzellen im Gallertgewebe der Ctenophoren an beiden Enden zierlich verästelt. Durch die Verästelung wird die Oberfläche vergrößert, und dadurch auch die Adhäsion. Bei den Schnecken ist das aber, wie wir sehen, nicht notwendig.

Nachdem wir uns so alle Elemente, deren wir für die Erklärung des Mechanismus der Pulmonaten-Lokomotion bedürfen, angesehen haben, wollen wir nun an unsere eigentliche physiologische Aufgabe herantreten.

Simroth hat die Längsmuskeln, als die eigentlich lokomotorischen angesprochen. Dem stimme ich auch zu, wenn ich auch nicht zugeben kann, dass sie allein das Vorwärtskommen der *Limnaea* bewirken. Es gibt im Fuße auch sehr viele dorsoventral verlaufende Fasern. Dass sie, besonders an der Basis des Fußes, wo sie in den Retraktor übergehen, das Einziehen des Fußes in die Schale besorgen, steht fest. Doch es gibt auch sehr viele isoliert dastehende Muskelfasern, welche über die ganze Sohle in dorsoventraler Richtung hinziehen. Diese können erstens nur im Zusammenhang mit der Lokomotion ihre Erklärung finden, und zweitens kann die Lokomotion durch Längsmuskelfasern allein ohne Mithilfe der dorsoventralen Fasern nicht leicht verstanden werden, wenigstens nicht ohne die sehr problematischen Gerinnungen des Myosins zu Hilfe zu nehmen, wozu sich Simroth veranlasst gesehen hatte.

Dagegen stelle ich folgende Theorie auf, welche durch die kombinierte Wirkung der Längsmuskelfasern und der dorsoventralen die Lokomotion, wie ich glaube, einfach genug erklärt.

Die Figuren 2—13 sollen veranschaulichen die Bewegungen der Sohle, wie sie sich auf einem idealen sagittalen Längsschnitte ergeben.

Der Punkt *c* markiert den hinteren Rand der Sohle. Wir können unsere Beobachtung auf die hintere Strecke, wo die Bewegung angreift, beschränken.

Die Kontraktion der dorsoventralen Muskelfasern beginnt am hinteren Rande und schreitet allmählich nach vorwärts.

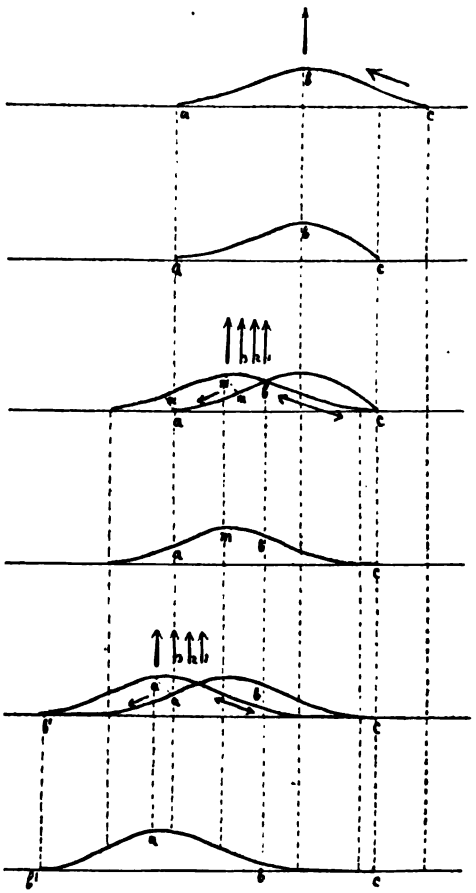
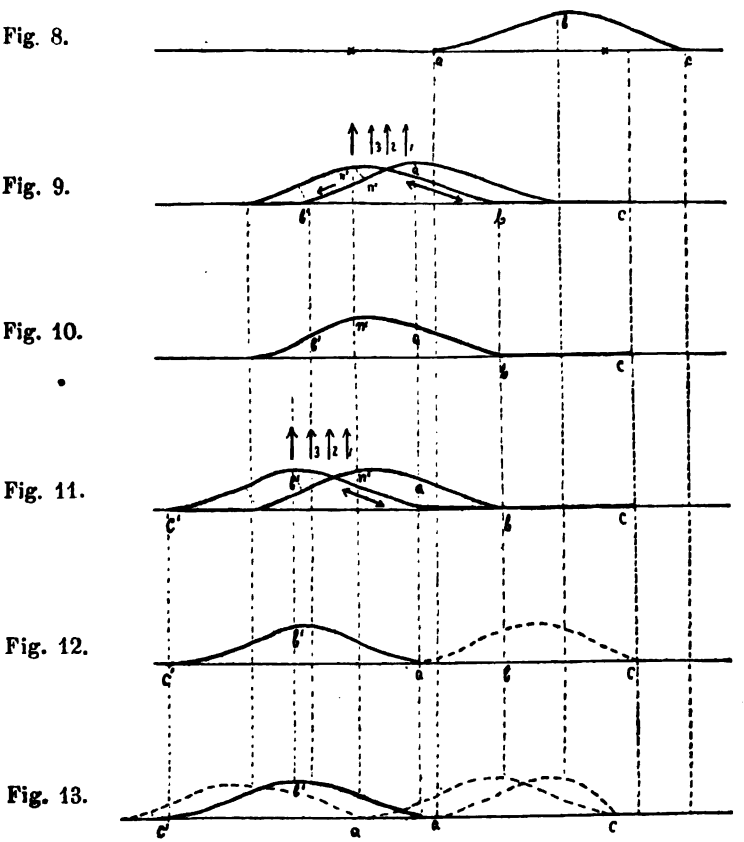


Fig. 2. In einem gewissen Momente ist in einer Querlinie *b*, nahe dem hinteren Rande, die Sohle durch die Kontraktion der dorsoventralen Muskelfasern gehoben — der Adhäsion entrückt. Der Rand *c* berührt nur noch in einer Linie die Unterlage. Jetzt beginnt die Kontraktion der longitudinalen Muskelfasern zwischen *c* und *b*. Die Verbindung mit der Unterlage durch die Adhäsion wird bei *c* gleich 0. Durch das Anziehen nach oben wird bei *b* ein fester Punkt geschaffen; *c* wird daher näher zu *b* angezogen. Fig. 3.

Fig. 4. Die Kontraktion der dorsoventralen Muskelfasern schreitet von *b* gegen *a* zu. Auf jedem Punkt zwischen *b* und *a* wirken aber zwei Kräfte: eine nach oben durch die Kontraktion der dorsoventralen

Muskelfasern, und eine nach vorwärts. Diese Kraft nach vorwärts wird auf folgende Art zu Stande gebracht.

Die Kontraktion der longitudinalen Muskelfasern geht von der Strecke *c—b* auf *b—a* über. Zu gleicher Zeit wenn *b—a* kontrahiert wird, wird die Strecke *c—b* relaxiert. Da jedoch zugleich die Kontraktion der dorsoventralen Muskelfasern nach vorn fortschreitet, werden die Punkte von *b* nach *a* immer mehr gehoben; bei *a* löst sich dadurch die Verbindung mit der Unterlage, *c* wird aber durch die gleichzeitige Relaxation der dorsoventralen Muskelfasern gesenkt, die Adhäsion wirkt hier immer stärker, der Punkt *c* wird immer fester. Die durch die Relaxation erzeugte Verlängerung der Strecke *c—b* kann sich daher nur nach vorn geltend machen, wo sie als ein Nachschub wirkt.



Wir wollen jetzt speziell einen Punkt, etwa in der Mitte zwischen *b* und *a* näher ins Auge fassen. Dieser Punkt *m* muss, nachdem ihn eine Kraft nach oben zieht, die andere nach vorn, jedenfalls eine Richtung in der Resultante dieser beiden Kräfte, also nach vorn oben einschlagen. Nachdem also der Punkt *m* durch das Anziehen der

dorsoventralen Muskelfasern die höchste Stelle erreicht hat, ist er zugleich etwas nach vorn gerückt. Die Strecke *c*—*b* fangt zugleich von *c* an sich zu senken. Fig. 5.

Jetzt geht es so weiter, wie Fig. 6 zeigt. Der Bogen, in welchem *m* die höchste Stelle einnimmt, bleibt auch nicht stationär. Die Kontraktion der dorsoventralen Muskelfasern schreitet immer mehr nach vorn bis *a* und auch schon über *a*. Vorn werden stets neue Strecken gehoben, und in demselben Maße die hinteren gesenkt. Schließlich rückt auch *a* zur höchsten Stelle, und zwar zu gleicher Zeit, aus den früher erwähnten Gründen etwas nach vorn. Die Strecke *b*—*a* wird wieder relaxiert, schiebt von rückwärts nach vorn alle Punkte der Reihe nach zwischen *a* und *b'*, d. h. es wird durch die gleichzeitige Kontraktion der longitudinalen Muskelfasern die nach vorn ziehende Komponente erzeugt.

In der Fig. 7 zeigt uns jetzt der Bogen *b' a b* mittels der nach oben vertikal gezogenen Linien, dass jetzt nicht nur der Punkt *c* sondern auch *a* eine, wenn auch nur kleine Strecke Weges zurücklegte.

Die Fig. 9 erklärt uns die weiteren Veränderungen der Phase, welche in Fig. 7 dargestellt ist, die aber wieder natürlich nur analog den oben erwähnten vor sich gehen. Und so kommen wir zur Position Fig. 10.

In der Fig. 11 hat sich nun auch schon *b'* zur höchsten Stelle erhoben und die vordere Strecke wird bis an *c'* der Adhäsion entrückt. Nun hat sich schon *a* wieder bis zur Unterlage gesenkt, und so ist eine vollständige Welle gebildet worden.

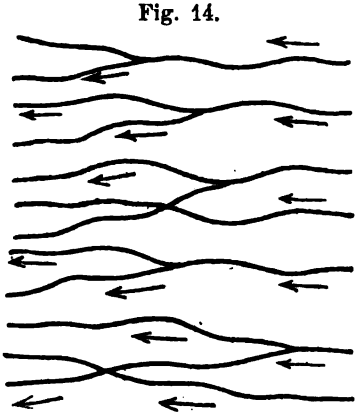
Ehe aber dies noch ganz zu Ende geführt worden ist, und wenn die erste Wellenbewegung noch lange nicht den vorderen Rand der Sohle erreicht hat, beginnt schon von hinten, von *c* an, eine zweite Welle sich zu bilden. Und so geht dieses Wellenspiel ohne Unterbrechung weiter vor sich, so lange die Schnecke auf der Unterlage vorwärts gleitet.

Die schönen Resultate der Simroth'schen Untersuchungen ergeben übrigens ein vorzügliches Material zur Bekräftigung meiner Annahme. Er sagt an einer Stelle ganz richtig: „Nachdem, was hier über das Kriechen der Wasserschnecken am Glase gesagt wurde, dürfte man schwerlich hoffen, den Mechanismus, der sie treibt, zu ergründen (— und die Prosobranchier, wenigstens *Paludina*, bilden entschieden den allerungünstigsten Ausgangspunkt für die Untersuchung —), wenn nicht die Branchiopneusten auch die bekannte Fähigkeit hätten, in umgekehrter Lage, den Fuß nach oben, an der Wasseroberfläche hinzugleiten“ . . . . . „Wir haben nicht die breiten Bänder, welche bei *Helix* quer die Sohlenbreite überfluten, sondern eine Menge kleiner, ungeordneter Wellen, von geringer Breite und Länge, die aber in nicht weniger regelmäßigem Verlaufe von

hinten nach vorn über die Sohle ziehen, sie hier verlängernd und verbreiternd", . . .

Das stimmt mit dem Bilde, welches die longitudinalen Muskelfasern auf meinen sagittalen Längsschnitten ergeben, vollkommen überein. Hätten wir eine zusammenhängende Längsschichte der longitudinalen Muskulatur, so müsste man diese am sagittalen Längsschnitte irgendwo sehen; dann könnten auch die Wellen in regelmäßigen Querzügen durch die ganze Breite der Sohle ziehen. Das geschieht aber bei *Limnaea* nicht, sondern es ist „eine Menge kleiner ungeordneter Wellen". Die Wellen pflanzen sich von hinten nach vorn, aber nicht in geraden Linien, sondern in verästelnden und gekrümmten, je nachdem sie schon longitudinale Züge von Muskelfasern antreffen. Das ist dann aber eben die Ursache, dass die Wellen nicht klar genug als solche auftreten, und in Folge dessen ist, wie auch Simroth an einer Stelle sagt: „die eigentlich bewegende Kraft, das Wellenspiel, von den früheren Beobachtern als der am wenigsten hervortretende Faktor übersehen worden". In der That hat man bei der Beobachtung ein Empfinden wie bei einem Wellenspiel, aber da man nicht gewohnt ist, Wellen in solcher Art sich fortpflanzen zu sehen, wie die beistehende Fig. 14 anzeigt, so lässt man von dieser, sich momentan aufdrängenden Vermutung gleich wieder ab.

Fig. 14.



Also einzig und allein in der Erklärung, wie die Extension der Längsmuskelfasern zu Stande kommt, ergibt sich eine Differenz zwischen Simroth und mir. Ich sehe mich nämlich veranlasst seine Gerinnungshypothese — wenigstens für *Limnaea* — aufzugeben, und zu einer neuen Hypothese zu greifen, welche die Extension, und dadurch das Vorwärtskommen der Längsmuskelfasern, und durch sie wiederum der ganzen Fußsohle, durch eine eigentümliche Kombination der von hinten nach vorn ziehende Kontraktion und Relaxation der longitudinalen und dorsoventralen Muskelfasern erklärt.

Meine direkte Untersuchung beschränkte sich bloß auf *Limnaea*; außer ihr gibt es jedoch noch eine ganze Anzahl der Süßwasserschnecken, welche auch befähigt sind an der Wasseroberfläche zu schwimmen, und zwar alle die Schale nach unten, den Fuß nach oben. Brockmaier [13] führt als solche folgende Species an: Paludinellen, *Ancylus fluviatilis*, *Physa fontinalis*, *Limnaea stagnalis*, *L. auricularia* und *Planorbis corneus*. Das sind aber gewiss noch nicht alle.

Ich hatte mir die Aufgabe gestellt, das Gleiten der Schnecken bloß an der Oberfläche des Wassers zu erklären, doch komme ich jetzt zur Ueberzeugung, dass auch der Mechanismus des Gleitens an irgend einer anderen Unterlage stets derselbe sein muss, was ja schon aus der oben erwähnten Schleimhaut hervorgeht.

Litteratur.

[1] Moquin-Tandon, Les *Mollusques terrestres* et *fluviatiles* de France, Tom. I, p. 160, Paris 1855.

[2] Johnston, An introduction to Conchologie, London 1850. Deutsche Uebersetzung von Bronn: Einleitung in die Conchyliologie, Stuttgart 1853, nach Brockmaier [13].

[3] Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. III, *Malacozoa*, 2. Abteilung, Leipzig und Heidelberg, 1862—1866.

[4] Wood-Mason, Foot of certain terrestrial *Gastropoda*. Proc. Asiat. Soc. Bengal 1881, nach Referat.

[5] Nalepa, Beiträge zur Anatomie der Stylomatophoren. Sitzungsber. d. Akad. in Wien, 87. Bd., 1882.

[6] Simroth H., Die Thätigkeit der willkürlichen Muskulatur unserer Landschnecken. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXX, Suppl.

[7] Derselbe, Die Bewegung unserer Landschnecken, hauptsächlich erörtert an der Sohle des *Limax cinereogaster*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXV.

[8] Derselbe, Ueber die Bewegung der Weichtiere. Zeitschr. f. d. ges. Naturw., 1880

[9] Derselbe, Ueber die Bewegung und das Bewegungsorgan des *Cyclostoma elegans* und der einheimischen Schnecken überhaupt. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXVI.

[10] Derselbe, Ueber das Gleiten der Schnecken an der Oberfläche des Wassers (Schwimmen). Nachrichtsbl. d. deutsch. malakozoologischen Gesellschaft, XIX. Jahrg., Frankfurt a. M. 1887.

[11] Sochaczewer, Das Riechorgan der Pulmonaten. Zeitschr. f. wiss. Zool., XXV.

[12] Kalide G., Beitrag zur Kenntnis der Muskulatur der Heteropoden und Pteropoden; zugleich ein Beitrag zur Morphologie des Molluskenfußes. Zeitschr. f. wiss. Zool., XLVI.

[13] Brockmeier H., Eine neue Erklärung für das Schwimmen mancher Schnecken an der Oberfläche des Wassers. Nachrichtsbl. d. deutsch. malakozoologischen Gesellsch., XIX. Jahrg., Frankfurt a. M. 1887.

[14] Plate L., Studien über episthopneumone Lungenschnecken. I. *Dendebardia* und *Testacella*. Zool. Jahrbücher, Abteil. f. Anatomie und Ontogenie, IV. Bd., 1891.

[15] Lang A., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, Dritte Abteilung: *Mollusca*, Jena 1892.

[16] Buchner O., Beiträge zur Kenntnis der einheimischen Planorbiden. Jahresheft Ver. Vaterl. Naturk., 47. Jahrg., Stuttgart 1891.

[17] Maria Gräfin v. Linden, Das Schwimmen der Schnecken am Wasserspiegel. Biol. Centralblatt, 11. Bd., Leipzig 1891. [62]

Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke.

In Nr. 7 (Bd. XVII) dieser Zeitschrift hat Herr Baer einige Bemerkungen betreffs meines, in Nr. 21 (Bd. XVI) derselben erschienenen Aufsatzes über die Bedeutung der Luftsäcke veröffentlicht, welche mich veranlassen, nochmals auf den Gegenstand zurückzukommnn. Ich begrüße es zwar mit Genugthuung, dass Herr Baer jetzt geneigt ist, den Luftsäcken neben der respiratorischen auch eine bedeutendere, mechanisch-motorische Funktion zuzuweisen und gebe auch gerne zu, dass ihr Einfluss auf die Verschiebung des Schwerpunktes nicht besonders wirkungsvoll sein mag; muss aber einigen von seinen Aeußerungen entgegentreten. Zunächst ist zu bemerken, dass der Einfluss des Füllungsgrades der Luftsäcke auf das spezifische Gewicht des Körpers und damit auch auf die Flugthätigkeit weit größer ist, als Herr Baer zugiebt: ein Pelikan mit zusammengezogenen Luftsäcken dürfte wohl ein doppelt so großes spezifisches Gewicht haben wie ein Pelikan mit aufgeblähten Luftsäcken. Inwiefern mein Versuch die wahre Bedeutung der Luftsäcke für die Lebensthätigkeit der Insekten und Vögel zu ermitteln „durchaus unwissenschaftlich gedacht" ist, wie Herr Baer meint, erscheint mir völlig unklar — sollte Baer überhaupt die ganze Physiologie als etwas unwissenschaftliches ansehen? In solchen Fragen wie der vorliegenden, ist der physiologische Standpunkt der allein maßgebende: wir haben es nicht mit Homologien, sondern mit Analogien zu thun und es ist daher nicht bloß erlaubt, sondern geradezu geboten, die Lufträume der Insekten mit jenen der Vögel zu vergleichen; gerade der Nachweis von dem Vorkommen ähnlicher — analoger — Organe in so verschiedenen Tierformen scheint mir vom größtem Interesse zu sein.

Nach den Berichten der Reisenden soll der Condor, wenn er hoch fliegt, Kopf und Hals bedeutend aufblähen. Viele wollen die Blähung am Kopfe des hochkreisenden Condors mit dem Fernrohre wahrgenommen haben. Aus diesen Angaben habe ich geschlossen, dass der Condor auch am Kopfe blähbare, subkutane Luftsäcke besitzen müsse, welche ganz etwas anders als die Schädelknochenhöhlen sind, von denen Herr Baer spricht. Die Luftsäcke des Condorkopfes werden nur dann aufgeblasen, wenn sich der Vogel in sehr bedeutenden Höhen befindet.

Dass das Atmen durch die Perforation eines oder mehrerer Luftsäcke beeinträchtigt wird, scheint mir — im Gegensatze zu Baer — kein Beweis für die Richtigkeit jener Anschauung zu sein, nach welcher ihre Hauptfunktion die Blasebalg-artiger Atemhilfsorgane wäre, denn es liegt auf der Hand, dass eine solche Eröffnung einer neuen Kommunikation des Luftraum- und Lungen-Systems mit der Außenwelt das Atmen auch dann erheblich erschweren könnte, wenn die Luftsäcke

normaler Weise an der Atemthätigkeit gar nicht beteiligt wären. Beweiskräftiger würde es sein, wenn die Unterbindung der, zu den Luftsäcken führenden Röhren, eine Beeinträchtigung der Atemthätigkeit zur Folge hätte.

Zum Schlusse möchte ich mir noch erlauben, eine irrtümliche Vermutung Baer's in Bezug auf meinen früheren Aufsatz richtig zu stellen. Baer schreibt: „Scheinbar angeregt durch meine Dissertation ‚Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei Vögeln' hat v. Lendenfeld in Bd. XVI Nr. 21 dieser Zeitschrift eine Arbeit über die physiologische Bedeutung der Luftsäcke bei den fliegenden Tieren veröffentlicht . . . .". Dem gegenüber erkläre ich, dass ich nicht durch Baer's Arbeit zur Veröffentlichung meiner Mitteilung angeregt worden bin. Ich habe das M. S. meines Aufsatzes an die Redaktion des Biologischen Centralblattes gesandt, ehe ich von der Existenz jener Arbeit Baer's Kenntnis hatte. Als ich dann Baer's Arbeit erhielt, erbat ich mir mein M. S. von der Redaktion zurück, um es durch Aufnahme der Baer'schen Resultate zu ergänzen, ohne jedoch die Schlüsse, zu denen ich gelangt war, abzuändern. So erweitert, sandte ich es wieder an die Redaktion und so wurde es gedruckt. Die Wichtigkeit, welche ich Baer's Resultaten beimaß, sowie der Wunsch, es zu vermeiden, Herrn Baer durch die Nichterwähnung seiner Arbeit zu nahe zu treten, haben mich zu diesem ungewöhnlichen Schritte einer nachträglichen teilweisen M. S.-Umarbeitung veranlasst und ich bedauere, dass Herr Baer meine, demselben zu Grunde liegende Courtoisie ihm gegenüber nicht erkannt und anerkannt hat. [60]

R. v. Lendenfeld (Prag).

Pädagogisch-psychometrische Studien.

Von Dr. **Robert Keller** in Winterthur.

3. Mitteilung[1]).

Den Einfluss geistiger Arbeit auf den Verlauf der Ermüdungskurve ein und desselben Schülers konnte ich in der 1. Mitteilung über diesen Gegenstand in folgende Worte zusammenfassen (Biolog. Centralblatt, Bd. XIV, S. 39 u. 40): „Die zur Anwendung gebrachte geistige Thätigkeit wirkt zunächst anregend. Sie vermehrt die Willensimpulse und erhöht ihre Stärke im allgemeinen etwa bis zur Verdopplung der Leistungsfähigkeit, die nach nächtlicher Ruhe zu konstatieren ist. Wird alsdann die geistige Arbeit weiter fortgeführt, dann folgt ihr eine Schwächung der Impulse, es nähert sich mehr und mehr der Zustand der Abspannung. Während der Ruhe, die zeitlich der Arbeit nicht nur gleichkommt, sondern erheblich größer sein kann, wirkt die Ab-

1) Vergl. Biolog. Centralblatt, Bd. XIV, Nr. 1, 2 u. 9.

spannung nach und kann ihr Minimum nach einer längeren Pause erreichen".

Die Wirkung geistiger Arbeit, die ein nicht völlig ausgeruhtes Gehirn auszuführen hat, ist eine ähnliche. Wir beobachten, „dass zwar die Arbeit den gleichen arbeitsfördernden Zustand der Erregung bewirkt, dass demselben aber sehr schnell der Zustand starker Abspannung folgt. Wieder wirkt sie während längerer Zeit nach, mit anderen Worten, auch eine längere Pause vermag den normalen Zustand nicht herzustellen".

Wir haben es in unseren beiden ersten Mitteilungen unentschieden gelassen, ob dieses Versuchsergebnis verallgemeinert werden dürfe oder ob ihm rein individuelle Bedeutung zukomme.

Unsere heutige Mitteilung bezweckt die Entscheidung dieser Frage.

Die geistige Arbeit bestand in den bezüglichen Versuchen im Lesen deutscher Wörter. Es wurden durchschnittlich alle 15—20 Minuten Messungen vorgenommen.

1. Der Gang einer Versuchsreihe an unserer ersten neuen Versuchsperson, einem 14jährigen Schüler von mittlerer Begabung, etwas schwächlicher Körperkonstitution, lässt sich summarisch in folgender Tabelle zusammenfassen.

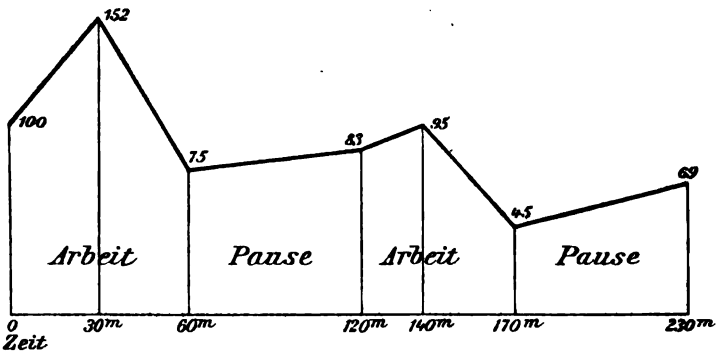
Anfangsleistung (100)	Maximum der Leistungsfähigkeit Größe.	Erreicht nach	Minimum der Leistungsfähigkeit Größe.	Erreicht nach	Leistungsfähigkeit nach 1 stünd. Pause
100	160	20 m	72	60 m	79
100	145	40 m	77	60 m	88.

Der Unterschied der Größe der maximalen Leistung gegenüber der anfänglichen kommt zum Ausdruck erstens in einer Steigerung der Impulse, zweitens in einer bedeutenden Vermehrung derselben. Im Beginn des Versuches war nach 67 Zusammenziehung die Erschöpfung eingetreten, bei der 2. Messung erst nach 112 Zusammenziehung. Die Arbeit, die zuerst geleistet worden war, betrug 1,1838 Kgmeter, nach dem Lesen der Wörter 1,8836 Kgmeter. Wie sehr nach der maximalen Leistung die Stärke der Impulse in Folge der durch das Lesen eingetretenen Ermüdung vermindert war, mag der Umstand zeigen, dass die minimale Leistung nach 60 Minuten gemessen wurde, trotzdem die Zahl der Zusammenziehungen 71 betrug, die Zahl der Anfangskontraktionen also um 4 übertraf.

Die 2. Versuchsreihe führte zu ähnlichen, in den Extremen weniger ausgesprochenen Ergebnissen. Das Lesen bewirkte zunächst eine Steigerung der Leistungsfähigkeit, wie sie ergographisch zu konstatieren war, deren Maximum später eintrat, als im 1. Fall, dem alsdann auch ein kleineres Minimum folgte. Eine aus den früheren Versuchen uns wohlbekannte Erscheinung ist auch jetzt wieder zu beobachten, die

Nachwirkung der durch die geistige Arbeit hervorgerufenen Ermüdung über ein Ruhestadium hinaus, das der Zeit der Bethätigung gleichkommt.

Fig. 1.



Die Wirkung der sich nun anschließenden geistigen Bestätigung, die der vorangegangenen gleichkam, kommt in folgenden Ergebnissen der ergographischen Messungen zum Ausdruck.

Leistungsfähigkeit nach 1stünd. Pause	Maximum der Leistungsfähigkeit Größe.	Erreicht nach	Minimum der Leistungsfähigkeit Größe.	Erreicht nach	Leistung nach 1stünd. Pause
79	86	20 Min.	38	60	86
88	104	20 „	51	40	52.

Der Typus des Verlaufes der Ermüdungskurve ist dem des ersten Teiles der Versuchsreihe analog, Steigerung der Leistungsfähigkeit durch die Arbeit, dann Verminderung unter die anfängliche Leistung. Die Nachwirkung kommt auch hier namentlich im 2. Fall deutlich zum Ausdruck.

Den Verlauf der Ermüdungskurve dieser ersten Versuchsperson stellt Fig. 1 dar.

Es mag hier die Frage eingeschaltet werden, ob auch in der Zeit, die für das Lesen der einzelnen Wörter, bezw. Silben nötig war, dieser Verlauf der Ermüdungskurve zum Ausdruck kam oder ob, ähnlich, wie in unseren früheren Mitteilungen dargethan wurde, andere Faktoren, vorab die Uebung, diese Zeit auch im Zustande der Ermüdung kürzte.

Die mittleren Ergebnisse sind folgende:

Serie	Zahl d. gelesenen Wörter	Zahl der gel. Silben	Zeit pro Wort in Sek.	Zeit pro Silbe in Sek.
I	1392	2654	0,4453	0,2335
II	1270	2338	0,4235	0,2300
III	1267	2338	0,3743	0,2028
IV	1392	2654	0,3227	0,1692
V	1270	2338	0,2788	0,1515
VI	1267	2338	0,3007	0,1629.

Es macht sich also auch in diesem Falle die Zeit, die zum Erkennen und Wiedergeben eines Wortes notwendig ist, in anderer Weise geltend, als wie man aus dem Verlauf der Ermüdungskurve schließend a priori annehmen möchte. Wenn wir die Arbeit vor der Pause ins Auge fassen, die Serien I—III, dann sehen wir die kürzeste Zeitdauer für das Lesen eines Wortes mit dem fallenden Teil der Ermüdungskurve sich decken, d. h. die beginnende und eingetretene Ermüdung, wie sie physiologisch nachweisbar ist, führte nicht zu einer Verzögerung der psychischen Prozesse, die mit der Wahrnehmung eines Wortbildes und seiner Uebertragung in die Sprachlaute verbunden sind. Die Uebung des Schnelllesens, wie sie durch die Dauer von ca. 30 M., die nur auf kurze Zeit unterbrochen wurden, gegeben ist, war ein so mächtig wirkender Antagonist, dass mit der Periode der Ermüdung der rascheste Verlauf der psychischen Prozesse zusammenfiel.

Die Wirkung der Uebung sehen wir alsdann wieder in den Serien IV, V u. VI. Sie führte zu einer bedeutenden Verkürzung der Zeit; die für das Abspielen der psychischen Vorgänge nötig ist. Wie aber einerseits im 2. Teil unserer Versuchsreihe die Wirkung der Uebung zunahm, so wurde, wie uns der Verlauf der Ermüdungskurve lehrt, auch in Folge der geistigen Arbeit die Ermüdung gesteigert. Es muss offenbar stets ein Moment eintreten, wo der Einfluss der Ermüdung auf den zeitlichen Verlauf psychischer Prozesse nicht mehr durch die Uebung paralysiert werden hann, wo also trotz der Uebung die Hemmungswirkung der Ermüdung sich geltend macht. In der Serie VI scheint uns diese Wirkung der Ermüdung zum Ausdruck zu kommen. Bis zur Serie V führte die Uebung eine Verkürzung der Zeit nach sich, zuerst von ca. 5%, dann von 11%, dann von 14%, wieder von 13% und nun plötzlich auf den Schluss der Serien eine Verlängerung von 7%. Es kommt also auch im Verlauf dieser einfachen psychischen Vorgänge die Wirkung der Ermüdungen zum Ausdruck.

2. Bei einer andern Versuchsperson, ebenfalls einem 14jährigen Schüler von kräftigem Körperbau und gutem geistigen Anlagen, sind folgende Ergebnisse zu verzeichnen.

Anfangsleistung	Maximale Leistung Größe.	Erreicht nach	Minimum Größe.	Erreicht nach	Pause
100	116	20 Min.	87	60 Min.	77
100	101	20 „	66	60 „	70
77	74	20 „	58	60 „	76
70	67	20 „	58	60 „	49.

Im ersten Teil ist also der Verlauf der Ermüdungskurve analog mit dem Unterschied, dass der Erregungszustand viel schwächer ist. In der einen Versuchsreihe ist er kaum angedeutet. Der 2. Teil der Versuchsreihe dagegen ist anderer Art. Die Arbeit vermag nicht mehr jenen Erregungszustand herbeizuführen, der eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit bewirkte, die Ermüdungskurve ansteigen ließe.

Bezüglich der Nachwirkung der Ermüdung verhält sich diese Versuchsperson, wie die vorangehende, mit dem Unterschiede, dass die Nachwirkung ausgesprochener erscheint als im vorigen Fall.

Prüfen wir den zeitlichen Verlauf der oben besprochenen psychischen Vorgänge.

Serie	Zahl d. gelesenen Wörter	Zahl d. gelesenen Silben	Zeit pro Wort	Zeit pro Silbe
I	1392	2654	0,324 Sek.	0,1699 Sek.
II	1270	2338	0,3129 „	0,1699 „
III	1267	2338	0,3048 „	0,1652 „
IV	1392	2654	0,2807 „	0,1472 „
V	1270	2338	0,2838 „	0,1541 „
VI	1267	2338	0,2851 „	0,1545 „

Auch hier beobachten wir also einen scheinbaren Widerspruch zwischen dem physiologisch nachgewiesenen Gang der Ermüdungskurve und den Leistungen. In der Serie I—III fällt mit der physiologischen Minimalleistung das schnellste Lesen, 0,3048 Sek. pro Wort, zusammen. In der 2. Seriengruppe, IV.—VI. Serie, haben wir dagegen die völlige Analogie zum Verlauf der Ermüdungskurve. Die oben angeführten Maßzahlen für die durch den Ergographen konstatierte Arbeit lassen eine Abnahme der Leistungsfähigkeit von Serie zu Serie erkennen. Damit steht die Zunahme der Zeit für den psychischen Vorgang des Lesens eines Wortes im Einklang. Die Uebung war nicht mehr mächtiger als die Ermüdung. Nicht dass sie sich gar nicht mehr geltend machen würde! Die zeitliche Verlängerung ist nur unbedeutend, ca. 2%, während die physiologisch nachgewiesene Verminderung der Leistungsfähigkeit über 20% beträgt.

3. Ein 3. Versuchsobjekt ergiebt folgende Resultate. Die Versuchsperson war ebenfalls ein 14jähriger Schüler.

Anfangsleistung	Maximale Leistung Größe. — Erreicht nach		Minimale Leistung Größe. — Erreicht nach		Pause
100	105	20 Min.	85,5	60 Min.	67
100	106	20 „	79	60 „	52
67	58	20 „	46,5	40 „	75
52	41,6	20 „	38,5	60 „	50,4

Das Versuchsergebnis ist dem vorigen analog. Der durch die Arbeit bewirkte Erregungszustand ist unbedeutend, dagegen die Nachwirkung der Ermüdung auffallend groß. Die im Zustand der Ermüdung wiederbeginnende Arbeit vermag nicht mehr die erhöhte Leistung des Erregungszustandes hervorzurufen. Die an die 2. Versuchsreihe sich anschließende Pause bringt weitgehende Erholung.

Die Bestimmung der Zeit, die zum Lesen eines Wortes, bezw. einer Silbe nötig war, ergab folgendes.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Zahl d. gelesenen Silben	Zeit pro Wort	Zeit pro Silbe
I	1392	2654	0,4698 Sek.	0,2464 Sek.
II	1270	2338	0,4834 „	0,2626 „
III	1267	2338	0,4740 „	0,2568 „
IV	1392	2654	0,4457 „	0,2338 „
V	1270	2338	0,4569 „	0,2480 „
VI	1267	2338	0,4389 „	0,2380 „

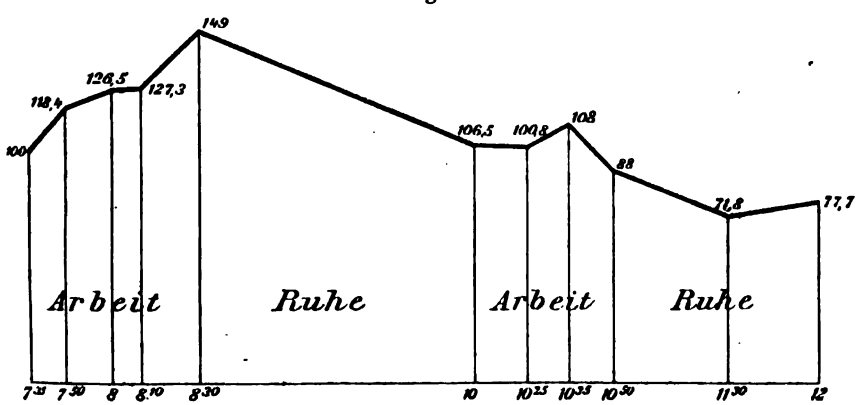
Ein Einfluss der Ermüdung auf den zeitlichen Verlauf dieses psychischen Vorgangs kommt in diesen Zahlen nicht zum Ausdruck. Vergleichen wir sie mit denen des vorigen Versuchsobjektes, dann fällt uns sofort auf, dass hier für den gleichen Prozess eine Zeitdauer nötig ist die ca. 50% länger ist als dort. Die Uebung kann sich aus diesem Grunde wahrscheinlich länger geltend machen als im ersten Fall. So wirkt sie offenbar in der VI. Serie den Folgen der Ermüdung entgegen.

4. Die Versuchsperson ist ein 18jähriger kräftiger Schüler mittlerer Begabung. Die geistige Arbeit besteht, wie in den vorangegangenen Versuchen, im schnellen Lesen deutscher Wörter.

Ich gebe hier das nachfolgende Versuchsprotokoll wieder.

Zeit	Zahl der Zusammenziehungen	Hubhöhe d. 3 kg	Arbeit
7^{35}	49	0,7947 Meter	2,3841 Kgmeter
7^{50} (Gelesen)	46	0,9408 „	2,8224 „
8 „	48	1,0053 „	3,0159 „
8^{10} „	52	1,0115 „	3,0345 „
8^{30} „	70	1,1903 „	3,5709 „
10^{5} (Pause seit 8^{30})	48	0,8464 „	2,5392 „
10^{22} (Gelesen)	41	0,8368 „	2,4044 „
10^{35} „	51	0,8551 „	2,5653 „
10^{50} „	55	0,6994 „	2,0982 „
Pause bis 11^{30}	39	0,5707 „	1,7121 „
Verlängerung der Pause bis 12	47	0,6192 „	1,8576 „

Fig. 2.



[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	115
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	73
1 stündige Pause		1 stündige Pause	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	74
[illegible]	[illegible]	45	64
[illegible]	[illegible]	33	52
[illegible]	[illegible]	32	39
1 stündige Pause		1 stündige Pause	
[illegible]	82	56	73

Die voranstehenden Versuchsergebnisse stehen zum Teil nicht mehr mit dem in Einklang, was die bisherigen Versuchsserien lehrten. In 2 Fällen beobachten wir als Wirkung der Arbeit einen Erregungszustand, in den beiden anderen Fällen führt die Arbeit sofort zu einer Depression. In allen Fällen vermag im 2. Teil der Versuchsreihe die Arbeit nicht mehr einem Erregungszustand zu rufen. So lehren uns also diese Versuchsreihen, dass man die in unseren beiden ersten Mitteilungen veröffentlichten Versuchsergebnisse nicht bedingungslos verallgemeinern darf.

Der Verlauf der 2 letzten Ermüdungskurven scheint uns eine genauere Wiedergabe der Mittelwerte des zeitlichen Verlaufes wieder zu rechtfertigen, um an Hand der psychometrischen Bestimmungen die Frage zu entscheiden, ob die starke Depression, die sowohl im ersten, als namentlich im 2. Teil der beiden Versuchsreihen zu beobachten war, im zeitlichen Verlauf der psychischen Vorgänge sich wieder spiegelte. Ist es ja gerade für die Nutzanwendungen dieser Untersuchungen sehr wichtig die Bedeutung der Uebung genau kennen zu lernen.

Serie	Zahl der gelesenen Wörter	Silben	Zeit pro Wort	Silbe
I	1392	2464	0,3547 Sek.	0,1860 Sek.
II	1270	2338	0,3298 „	0,1782 „
III	1267	2338	0,3355 „	0,1818 „
IV	1392	2464	0,3043 „	0,1595 „
V	1270	2338	0,3111 „	0,1688 „
VI	1267	2338	0,3304 „	0,1791 „

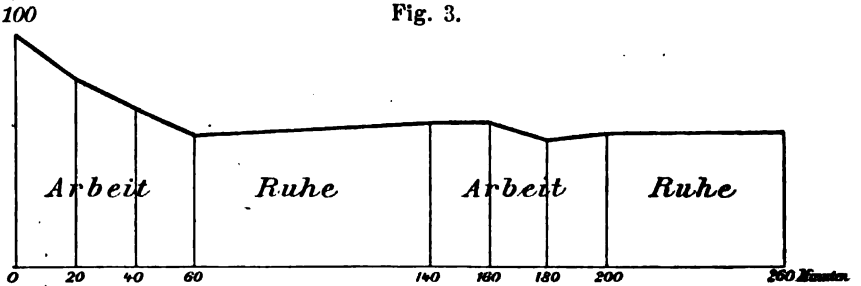
In dem zeitlichen Verlauf des psychischen Vorgangs findet also thatsächlich der Verlauf der Ermüdungskurve sein Abbild. Schon die erhebliche Depression der Ermüdungskurve im ersten Teil des Versuchs gibt der Ermüdung das Uebergewicht über die Uebung, indem eine Verzögerung des zeitlichen Verlaufes von 0,0057 Sek. pro Wort und 0,0038 Sek. pro Silbe eintritt. Ist, absolute betrachtet, diese Differenz auch klein, so scheint ihr doch die Bedeutung zuzukommen, die wir ihr beilegen, da bei der großen Zahl der Wörter, die gelesen wurden, Zufälligkeiten, die das Ergebnis beeinflussen konnten, neutralisiert sein dürften. Im 2. Teil des Versuches beobachten wir eine stete Zunahme der Zeit, zunächst von 0,0063 Sek., darauf von 0,0293 Sek. Kommt einerseits in der zeitlichen Verkürzung des psychischen Prozesses im Vergleich zu den Zeiten, während des 1. Teiles der beiden Versuchsreihen deutlich das Moment der Uebung zum Ausdruck, so beobachten wir anderseits den Einfluss der Ermüdung in der steten Zunahme der Zeit.

7. Das Versuchsobjekt war ein 14jähriger Schüler mittlerer körperlicher Kraft und Beanlagung. Die Versuchsergebnisse sind folgende:

	Zahl der Zusammenziehungen	Arbeit in Kgmeter	Zahl der Zusammenziehungen	Arbeit in Kgmeter
8^{20} Uhr	61	0,8584	56	0,9169
8^{40} „	46	0,6344	52	0,7808
9 „	48	0,6184	33	0,6670
9^{10} „	36	0,5154	41	0,5054
Pause bis				
$10^{1}/_{2}$ „	43	0,6200	41	0,6036
10^{45} „	65	0,6400	56	0,5568
11 „	44	0,5218	42	0,5160
11^{15} „	44	0,4874	47	0,5698
Pause bis				
12 „	46	0,4924	46	0,6158.

Der Verlauf dieser Ermüdungskurve (Mittel aus beiden Versuchsreihen) ist in Fig. 3 dargestellt. Dabei wird die ursprüngliche Arbeitsleistung gleich 100 gesetzt.

Fig. 3.



8. Ein 14jähriger, schwach entwickelter, geistig sehr gut beanlagter Schüler ist das Versuchsobjekt. Der Versuch wird in analoger Weise wie die früher beschriebenen ausgeführt, mit dem Unterschiede jedoch, dass die Serie B Nachmittags ihren Anfang nimmt. Der Vormittag war mit Schulstunden ausgefüllt.

A			B		
Zeit	Hubhöhe	Arbeit	Zeit	Hubhöhe	Arbeit
7^{55}	0,4383 Met.	0,8766 Kgmt.	1^{57}	0,2569 Met.	0,5138 Kgmt.
8^{30}	0,6622 „	1,3244 „	2^{25}	0,5101 „	1,0202 „
8^{50}	0,4557 „	0,9114 „	2^{55}	0,3933 „	0,7866 „
9^{10}	0,5245 „	1,0490 „	3^{20}	0,3133 „	0,6266 „
Pause			Pause		
10^{15}	0,3780 „	0,7560 „	4^{30}	0,3158 „	0,6316 „
10^{30}	0,4024 „	0,8048 „	4^{40}	0,461 „	0,922 „
10^{50}	0,4991 „	0,9982 „	5^{15}	0,2287 „	0,4574 „
11^{20}	0,6820 „	1,364 „	Pause		
Pause					
12^{5}	0,3537 „	0,7114 „	6^{25}	0,2412 „	0,4824 „

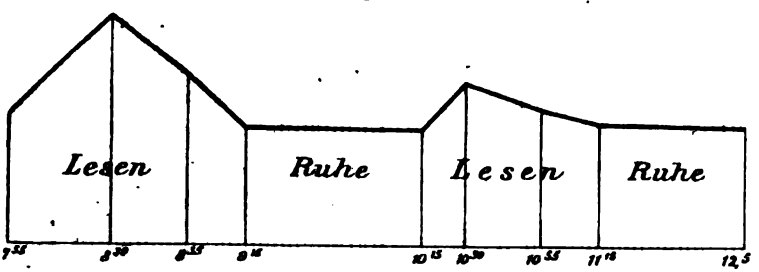
9. Ein 14jähriger, mäßig kräftiger, ganz gut beanlagter Schüler ist das Versuchsobjekt. Die Versuche gehen unter analogen Bedingungen vor sich, wie im Falle 8.

Die Ergebnisse sind folgende:

Zeit	Gesamthöhe in Meter	Arbeit in Kgmeter	Vergleiche Zeichnung
7^{55}	0,8815	1,7630	5
8^{30}	1,4775	2,9550	6
8^{55}	1,1665	2,3330	7
9^{15}	0,7865	1,5730	8
Pause bis			
10^{15}	0,7405	1,4810	9
10^{30}	0,9447	1,9774	10
10^{55}	0,9009	1,8018	11
11^{15}	0,7920	1,5840	12
Pause bis			
12^{5}	0,7085	1,4170	13
Pause bis			
1^{55}	1,1582	2,3164	14

Der Gang dieser Ermüdungskurve, die den Wechsel des Zustandes der Erregung und der Depression, gleich wie die Nachwirkung der Ermüdung über die Zeit der Ruhe hinaus, besonders klar zum Ausdruck bringt, ist in Fig. 4 dargestellt.

Fig. 4.



Die Abhängigkeit der Zahl und der Energie der Willensimpulse, die die Kontraktionen der Beuger des Mittelfingers auslösen, von der geistigen Arbeit (hier vom Lesen) einerseits und dem aus ihr entstehenden Ermüdungszustand anderseits, kommt in der nachstehenden tabellarischen Zusammenstellung und vor allem in der Wiedergabe der ergographischen Aufzeichnungen (Fig. 5—14) zum Ausdruck. Diese graphische Darstellung dürfte hier, wenn schon sie keine prinzipiellen Differenzen gegenüber ähnlichen Darstellungen in unserer ersten Mitteilung zum Ausdruck bringt, vielleicht jenen Lesern willkommen sein, denen die früheren Mitteilungen nicht zur Hand sind.

Fig. 5.

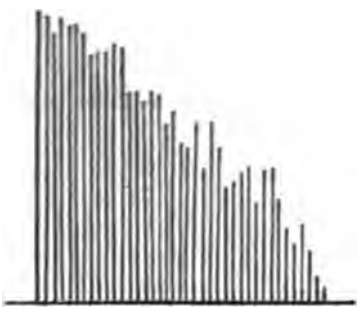


Fig. 6.

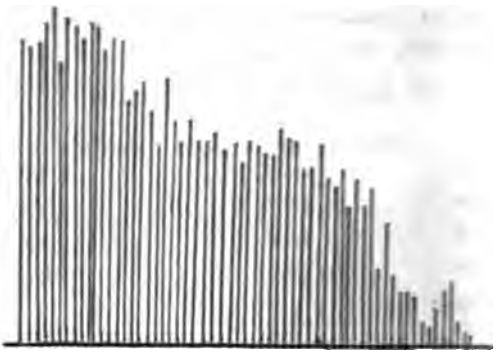


Fig. 7.

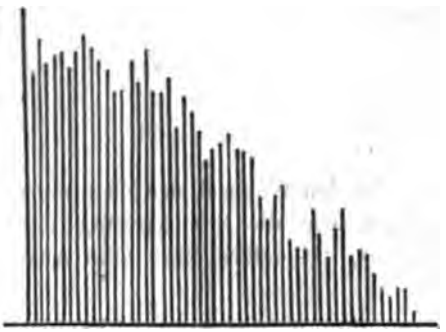


Fig. 8.

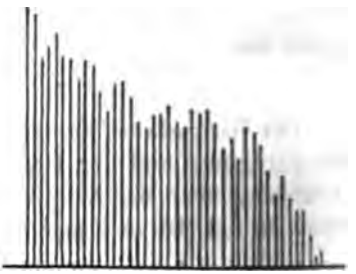
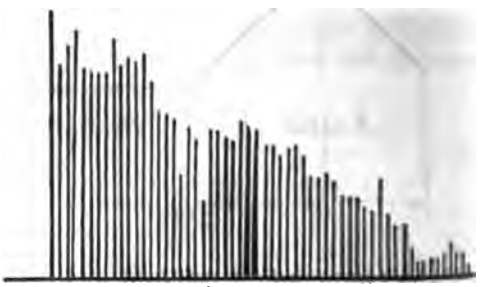


Fig. 9.

Fig. 10.



Zeit	Z. d. Zu-sziehg.	Maxim.	Hubhöhe in mm 40 u. mehr.	35—40.	30—35.	25—30.	20—25.	10—20.	unter 10.
7^{55}	39	39	—	7	5	6	6	9	6
8^{30}	60	44	9	5	5	17	8	5	10
8^{55}	52	41	1	7	13	4	6	14	7
9^{15}	41	34	—	—	3	7	11	44	6
10^{15}	39	33	—	—	5	3	13	11	5
10^{30}	57	35	—	—	4	9	8	19	15
10^{55}	36	41	1	7	8	4	4	7	5

Zeit	ZZ.	Max.	40 u. mehr.	35—40.	30—35.	25—30.	20—25.	10—20.	unter 10.
11^{15}	47	40,5	2	4	4	4	2	12	19
12^{5}	33	31	—	—	5	11	4	8	5
1^{55}	44	42	5	9	7	5	5	4	6.

Fig. 11.

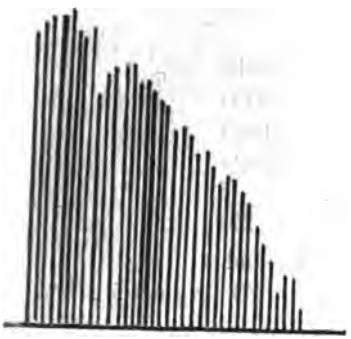


Fig. 12.

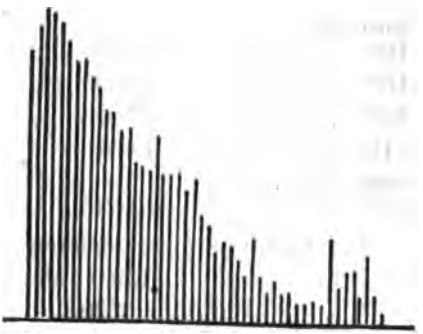


Fig. 13.

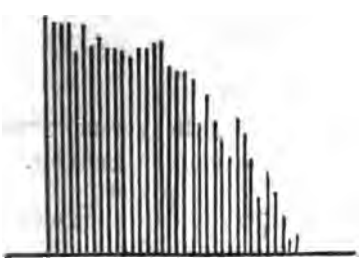
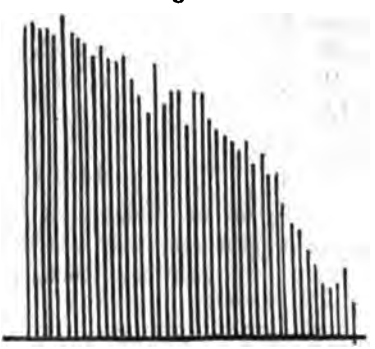


Fig. 14.



Eine 2. Versuchsserie begann am Nachmittag. Ihre Ergebnisse waren die folgenden.

2 Uhr	Lesen	0,9605	Meter	1,9210	Kgmeter
2^{20} „	„	1,2265	„	2,4530	„
2^{55} „	„	0,8611	„	1,7222	„
3^{30} „	„	0,9380	„	1,8760	„
Pause bis					
4^{20} „	Lesen	0,9750	„	1,950	„
4^{40} „	„	0,7525	„	1,5050	„
5^{13} „	„	0,9805	„	1,9610	„
Pause bis					
6^{10} „	„	0,8138	„	1,8276	„

10. Den nachfolgenden Versuchen diente ein 14jähriger Schüler. Er ist von kräftiger Konstitution, aber nicht gut beanlagt. Ich beschränke mich auf die Wiedergabe der Hubhöhen und der daraus be-

rechneten Arbeitsleistungen. Die geistige Arbeit bestand auch hier wieder im schnellen Lesen deutscher Wörter.

7^{50}	Uhr	1,324	Meter	2,648	Kgmeter
8^{25}	„	1,6877	„	3,3754	„
8^{50}	„	1,7772	„	3,5544	„
9^{10}	„	1,1319	„	2,2638	„
Pause bis					
10^{10}	„	1,1959	„	2,3918	„
10^{30}	„	1,0535	„	2,1070	„
10^{50}	„	1,5970	„	3,1940	„
11^{13}	„	1,051	„	2,102	„
Pause bis					
12^{7}	„	0,9215	„	1,8430	„

Die Resultate einer anderen Versuchsreihe sind:

2	Uhr	1,340	Meter	2,680	Kgmeter
2^{20}	„	1,3570	„	2,7140	„
2^{55}	„	1,1300	„	2,2600	„
3^{20}	„	1,0227	„	2,0454	„
Pause bis					
4^{20}	„	0,9585	„	1,9170	„
4^{40}	„	0,9801	„	1,9602	„
5^{10}	„	0,9439	„	1,8878	„
Pause bis					
6^{40}	„	1,0407	„	2,0814	„

11. Die nachfolgenden Resultate ergaben ebenfalls Versuche an einem 14jährigen, sehr kräftigen und recht gut beanlagten Schüler.

Zeit		Zahl der Hebungen	Hubhöhe		Arbeit	
7^{50}	Lesen	63	1,7595	Meter	3,5190	Kgmeter
8^{15}		60	1,785	„	3,570	„
8^{35}		61	1,738	„	3,476	„
9		65	1,689	„	3,378	„
Pause bis						
10^{15}	Lesen	75	2,0075	„	4,0150	„
10^{35}		73	1,7700	„	3,5400	„
10^{55}		52	1,1460	„	2,2920	„
11^{30}		47	1,4635	„	2,9270	„
Pause bis						
12^{10}		48	1,265	„	2,5300	„

12. Die nachfolgenden Versuchsserien wurden ebenfalls an einem 14jährigen Schüler, einem intelligenten und kräftigen Jüngling, ausgeführt.

a)	8^{10}	Lesen	51	0,9565	„	2,8695	„
	8^{30}		55	1,0240	„	3,0720	„
	9^{10}		60	0,9055	„	2,7165	„
	9^{40}		64	1,2540	„	3,7620	„

Zeit	Zahl der Hebungen	Hubhöhe	Arbeit
Pause bis			
10^{20} Lesen	60	0,9540 Meter	2,8620 Kgmeter
10^{35}	56	0,6895 „	2,0585 „
10^{45}	63	0,7085 „	2,1255 „
11^{15}	60	0,6555 „	1,9665 „
Pause bis			
12	64	1,1775 „	3,5325 „
b) 8 Lesen	70	1,4720 „	4,4160 „
8^{20}	57	1,2265 „	3,6795 „
8^{40}	55	1,2870 „	3,8610 „
9	50	1,1090 „	3,3270 „
Pause bis			
10^{15} Lesen	55	0,8625 „	2,5875 „
10^{40}	55	1,0025 „	3,0075 „
11^{5}	54	0,9930 „	2,9790 „
11^{20}	48	0,9540 „	2,8620 „
Pause bis			
12	46	1,0125 „	3,0375 „

13. Die nachfolgenden Ergebnisse erzielten Versuche mit einem kräftigen gut beanlagten 17jährigen Schüler. Die geistige Arbeit bestand, wie in den vorigen Versuchsreihen, im schnellen Lesen.

8^{10}	69	1,4345 „	4,8035 „
8^{25}	65	1,2065 „	3,6193 „
8^{40}	72	1,2230 „	3,6690 „
9^{5}	70	0,8680 „	2,6040 „
Pause bis			
10^{10}	52	0,9450 „	2,8350 „
10^{25}	58	0,6626 „	1,9878 „
11	56	1,0065 „	3,0195 „
11^{20}	44	0,7930 „	2,3790 „
Pause bis			
12^{5}	55	0,7390 „	2,2170 „

In diesen Versuchsergebnissen kommt die typische Wirkung der geistigen Arbeit nur unvollständig zum Ausdruck. Die Arbeit setzt die Leistungsfähigkeit sofort herab, führt hernach einen Erregungszustand herbei, der die Leistungsfähigkeit steigert, jedoch nicht auf das ursprüngliche Maß erhebt. Deutlich kommt die in Folge der Arbeit entstehende Depression zum Ausdruck, sowie auch die Nachwirkung derselben. Denn wenn auch nach der einstündigen Pause die Leistungsfähigkeit wieder größer ist, als am Schlusse der vorangegangenen Arbeit, so erreicht sie doch keine der Leistungen, die der Depression vorangingen.

Der Verlauf des 2. Teiles der Versuchsreihe ist ein ganz ähnlicher. Es tritt zunächst eine Verminderung der Leistungsfähigkeit ein, dann

wirkt die Erregung fördernd. Sie erhebt die Leistungsfähigkeit über jene nach der Pause. An sie schließt sich die Depression an, die während einer $^3/_4$stündigen Pause nicht nur anhält, sondern die Leistungsfähigkeit noch weiter herabsetzt.

14. In dieser Versuchsreihe bildete ein 15jähriger, kräftiger, nicht sehr befähigter Schüler das Versuchsobjekt. Die Ergebnisse sind folgende:

Zeit	Zahl der Hebungen	Hubhöhe	Arbeit
$8^{}$ Lesen	42	0,7645 Meter	2,2935 Kgmeter
8^{25}	46	0,9705 „	2,9115 „
8^{50}	43	0,7555 „	2,2665 „
9^{20}	40	0,7495 „	2,2485 „
Pause bis			
10^{10} Lesen	50	0,8490 „	2,5470 „
10^{22}	40	0,8055 „	2,4165 „
10^{40}	41	0,4565 „	1,3695 „
11^{10}	37	0,5605 „	1,6815 „
Pause bis			
12^{5}	33	0,5225 „	1,5675 „

15. Ein 16jähriger, ziemlich kräftiger, wohl beanlagter Schüler ist das Versuchsobjekt.

$8^{}$ Lesen	45	1,0180 „	3,0540 „
8^{20}	37	0,8990 „	2,6970 „
8^{42}	44	1,0600 „	3,1800 „
9^{15}	42	0,8482 „	2,5446 „
Pause bis			
10^{20}	56	1,0761 „	3,2183 „
10^{40}	42	0,7190 „	2,1570 „
11	46	0,7090 „	2,1270 „
11^{25}	25	0,4760 „	1,4280 „
Pause bis			
12^{05}	49	0,7780 „	2,3340 „

16. Versuchsobjekt ist ein fähiger, etwas nervöser, nicht sehr kräftiger Schüler von 14 Jahren. Folgendes sind die Versuchsergebnisse.

a) 8^{5} Lesen	23	0,2265 „	0,6795 „
8^{25}	36	0,5350 „	1,6050 „
8^{55}	43	0,3785 „	1,1355 „
9^{20}	36	0,4000 „	1,2000 „
Pause bis			
10^{12} Lesen	29	0,3315 „	0,9945 „
10^{22}	24	0,1910 „	0,5730 „
10^{40}	23	0,2063 „	0,6195 „
11^{10}	15	0,1810 „	0,5430 „
Pause bis			
12^{5}	19	0,1960 „	0,5880 „

b) Die folgende Versuchsreihe wurde einige Tage später ausgeführt.

Zeit		Zahl der Hebungen	Hubhöhe		Arbeit	
Beginn						
1^{10}	Lesen	38	0,8095	Meter	1,6190	Kgmeter
1^{25}		31	0,5970	„	1,1940	„
1^{45}		44	0,7335	„	1,4670	„
2^{05}		53	0,9355	„	1,8710	„
Pause bis						
3^{10}		31	0,8070	„	1,6140	„
3^{40}	Lesen	49	0,9770	„	1,9540	„
4^{5}		32	0,5925	„	1,1850	„
4^{30}		32	0,6220	„	1,2440	„
Pause bis						
5^{20}		31	0,6510	„	1,3020	„

17. Die nachfolgenden Versuchsreihen stellen die Versuchsergebnisse an einem ziemlich kräftigen, gut beanlagten Schüler dar.

a) 8^{5}	Lesen	55	0,6080	„	1,8240	„
8^{40}		61	0,8685	„	2,6055	„
9		51	0,8955	„	2,6865	„
9^{20}		54	0,7870	„	2,3610	„
Pause bis						
10^{15}		57	0,9070	„	2,7210	„
10^{43}	Lesen	50	0,8325	„	2,4975	„
11^{10}		46	0,6160	„	1,8480	„
11^{30}		41	0,5355	„	1,6065	„
Pause bis						
12^{10}		57	0,7380	„	2,2140	„
b) 8^{10}	Lesen	44	0,7600	„	2,2800	„
8^{30}		45	0,6080	„	1,8240	„
8^{40}		42	0,8111	„	2,4333	„
9^{10}		42	0,6850	„	2,0550	„
Pause bis						
10^{12}		49	0,7075	„	2,1225	„
10^{25}	Lesen	33	0,4700	„	1,4100	„
10^{45}		30	0,5575	„	1,6725	„
11^{10}		32	0,4700	„	1,4100	„
Pause bis						
12^{5}		32	0,3730	„	1,1190	„

18. Die nachfolgenden Versuche wurden wieder an einem 14jährigen schwachen, aber wohlbefähigten Schüler ausgeführt.

a) 7^{45}		53	0,2620	„	0,7860	„
8^{15}	Lesen	28	0,1370	„	0,4110	„
8^{35}		43	0,3865	„	1,1595	„
9		26	0,1585	„	0,4755	„

Zeit		Zahl der Hebungen	Hubhöhe		Arbeit	
Pause bis						
10^{15}		52	0,2745	Meter	0,8235	Kgmeter
10^{35}	Lesen	64	0,3275	„	0,9825	„
10^{50}		27	0,1470	„	0,4410	„
11^{30}		36	0,1810	„	0,5430	„
Pause bis						
12^{5}		23	0,0955	„	0,2865	„
b) 8^{10}	Lesen	24	0,1445	„	0,4335	„
8^{30}		22	0,2710	„	0,8130	„
9		46	0,3340	„	1,0020	„
9^{20}		21	0,1925	„	0,5445	„
Pause bis						
10^{20}		30	0,2720	„	0,8160	„
10^{40}	Lesen	40	0,1815	„	0,5445	„
11^{15}		25	0,1980	„	0,5940	„
11^{30}		38	0,4790	„	1,4370	„
Pause bis						
12		29	0,3090	„	0,9270	„

19. Versuchsobjekt war ein 13jähriger, kräftiger, sehr gut beanlagter Schüler.

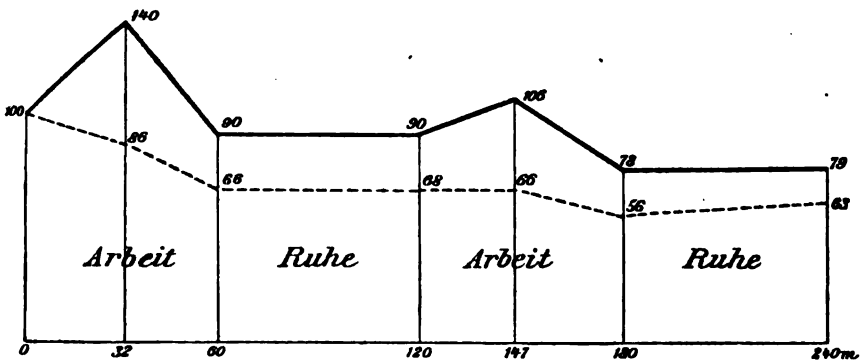
7^{50}	Lesen	76	0,862	„	1,724	„
8^{15}		115	1,405	„	2,810	„
8^{40}		119	0,970	„	1,940	„
9		60	0,269	„	0,538	„
Pause bis						
10^{5}		49	0,449	„	0,898	„
10^{22}	Lesen	88	0,465	„	0,930	„
10^{40}		71	0,416	„	0,832	„
11		51	0,302	„	0,604	„
Pause bis						
12		38	0,417	„	0,834	„

20. Versuchsobjekt war ein 13jähriger, nicht sehr kräftiger, gut beanlagter Schüler.

8	48	0,527	„	1,0540	„
8^{15}	44	0,6215	„	1,2430	„
8^{40}	39	0,368	„	0,7360	„
9	35	0,365	„	0,7300	„
Pause bis					
10^{5}	44	0,386	„	0,7720	„
10^{22}	53	0,433	„	0,8660	„
10^{45}	49	0,311	„	0,622	„
11^{5}	35	0,284	„	0,568	„
12^{5}	52	0,433	„	0,866	„

Das vorangehende Material soll nun zugleich mit den analogen Versuchen, die in der 1. vorläufigen Mitteilung namhaft gemacht wurden, die Basis für die nachfolgenden Betrachtungen und Schlussfolgerungen sein. Unsere Versuchsobjekte waren so verschiedenartig in Bezug auf das Alter, die physischen und psychischen Anlagen, dass die Versuchsergebnisse, auch wenn sie auf noch zahlreicheren Beobachtungen fußten, dem Wesen nach kaum mehr weitgehende Modifikationen erführen.

Fig. 15.



Die Versuchsergebnisse will ich zunächst zur graphischen Darstellung bringen (Fig. 15). Die 2 Kurvenbilder dieser Figur wurden in folgender Weise gewonnen. Die erste Arbeitsleistung in jeder einzelnen Versuchsserie wurde mit 100 bezeichnet, die nachfolgenden daraufhin umgerechnet. Die Erhebungen über die Länge der ersten Ordinate geben also in Prozenten die Zunahme der Leistungsfähigkeit an, sind somit ein prozentischer Ausdruck für die Größe der Erregung. Das Zurückbleiben hinter der ersten Größe ist in entsprechender Weise der Ausdruck der Ermüdung.

Die ausgezogene Kurve stellt nun den Mittelwert aus 30 Versuchsergebnissen dar, in denen die geistige Arbeit, die während des 1. Versuchsteiles geleistet wurde, zu einer Erregung führte. Die erste Abscisse ist das Mittel der Zeit, in der die größte Leistungsfähigkeit beobachtet wurde, die 2. das Mittel der Messungen vor Beginn der Pause, die 3. das Mittel der Messungen nach der Pause, die 4. wieder das Mittel der Zeit der größten Leistungsfähigkeit, die 5. die Messung vor der 2. Pause, die 6. das Mittel der Messungen nach der zweiten Pause.

Die punktierte Kurve ist das analoge Bild jener 6 Fälle, in denen an sich die größte Leistungsfähigkeit während der Arbeit der ursprünglichen Leistungsfähigkeit nicht gleich kam, indem das Stadium der Erregung ausblieb.

Erstere ist das Mittel aus 30 Beobachtungen, letztere aus 6.

Eine Durchsicht der vorangehenden Versuchsergebnisse zeigt uns zunächst die außerordentliche Ungleichartigkeit der Ergebnisse in Bezug

auf die Größe der Arbeitsleistungen. Sehen wir von jenen Fällen ab, in denen die geistige Arbeit unmittelbar von einer Depression der Leistungsfähigkeit begleitet wurde und in ihrem ganzen Verlaufe nicht von einem Zustande der Erregung gefolgt wurde, dann bewegt sich die Maßzahl der Größe der Erregung zwischen 101 und 235. In 20 Fällen liegt sie zwischen 101 und 150, in 7 Fällen zwischen 150 bis 200, in 3 Fällen zwischen 200 und dem Maximum 235.

Analoge Verschiedenheiten zeigt die Größe der Depression. In 3 Fällen war sie, wenigstens im ersten Versuchsteil, nicht zu beobachten, d. h. die geistige Arbeit führte fortgesetzt zu einer Steigerung der ergographisch bestimmten Leistungsfähigkeit. Das Maximum des Erregungszustandes fiel also mit dem Schluss der einstündigen geistigen Arbeit zusammen.

In 6 weiteren Fällen war nur im Vergleich zur Maximalleistung von einer Depression zu sprechen, während im Vergleich zur Anfangsleistung die vor der Pause, d. h. am Schluss einer ca. einstündigen geistigen Arbeit gemessene Leistungsfähigkeit noch einen Zustand einer Erregung, d. h. eine Mehrleistung bedeutete.

Während das Mittel der Maßzahl des Erregungszustandes 140 beträgt und das Mittel der der Pause vorangehenden Leistung 90, also ein Abfall der Leistungsfähigkeit von 50 eintritt, sehen wir, dass in diesen genannten 6 Fällen das Mittel der Maßzahl der Erregung 193 beträgt, das Mittel der ergographisch konstatierten Leistungsfähigkeit am Schlusse der ca. einstündigen geistigen Arbeit 135, der Abfall, die Depression, dem nach 58.

In 21 Fällen war die Leistung vor der Pause geringer als die anfängliche. Das durchschnittliche Maximum der Leistungsfähigkeit beträgt in diesen Fällen 125, die mittlere Leistungsfähigkeit vor der Pause 80, so dass also die Größe der Depression, die Differenz zwischen dem Maximum und der am Schluss der Arbeit konstatierten Leistungsfähigkeit, im Durchschnitt 45 beträgt.

Noch auffälliger wird die bedeutende Variabität der Depression durch die nachfolgende Zusammenstellung beleuchtet. Ihr Minimum beträgt 6, ihr Maximum 133. Zwischen 10 und 20 liegt sie in 4 Fällen, zwischen 20 u. 30 in 7, zwischen 30 u. 40 in 3, zwischen 40 u. 50 in 2, zwischen 50 u. 60 in 2, zwischen 60 u. 70 in 1, zwischen 70 u. 80 in 2, zwischen 80 u. 90 in 3, zwischen 90 u. 100 in einem, über 100 in einem Fall.

Trotz dieser bedeutenden Variabilität scheinen die oben angeführten Mittelzahlen eine gewisse Beziehung zwischen dem Grad des Erregungszustandes und der Größe der Depression anzudeuten, in dem Sinne, dass eine stärkere Erregung von einer stärkeren Depression begleitet wird.

Besteht eine solche Beziehung, dann muss sie am deutlichsten beim Vergleich der extremen Fälle zum Ausdruck kommen. Wir bestimmen zunächst die Mittel der bezüglichen Maßzahlen der 11 Fälle mit stärkster Erregung, unter Ausschluss eines Falles, in welchem diese an den Schluss der Arbeitszeit fällt.

Maßzahl der Erregung:

235. 232. 200. 190. 167. 163. 160. 158. 152. 147. 147.

Arbeitsleistung am Schluss der Arbeit:

176. 132. 121. 131. 89. 30. 72. 87. 119. 129. 60.

Depression:

59. 100. 79. 59. 78. 133. 88. 71. 33. 18. 87.

Die mittlere Maßzahl der Erregung dieser Fälle starker Erregung beträgt 176, dass Mittel aus den darauf folgenden 11 Arbeitsleistungen am Schlusse der einstündigen geistigen Arbeit 104, die Größe des Abfalls, die Depression demnach 72. Sie ist also ca. $1^1/_2$ mal so groß, wie das Mittel aus der Gesamtheit unserer Beobachtungen. Bei der großen Variabilität der Maßzahlen verdient der Umstand ganz besonders hervorgehoben zu werden, dass in diesen 11 Fällen stärkere Erregung, die Depression nur 2 mal geringer war, als das beobachtete Gesamtmittel.

Folgendes sind die Maßzahlen der 10 schwächsten Erregungen:

Maßzahl der Erregung:

101. 101. 102. 104. 105. 106. 107. 108. 113. 116.

Maßzahl am Schluss der Arbeit:

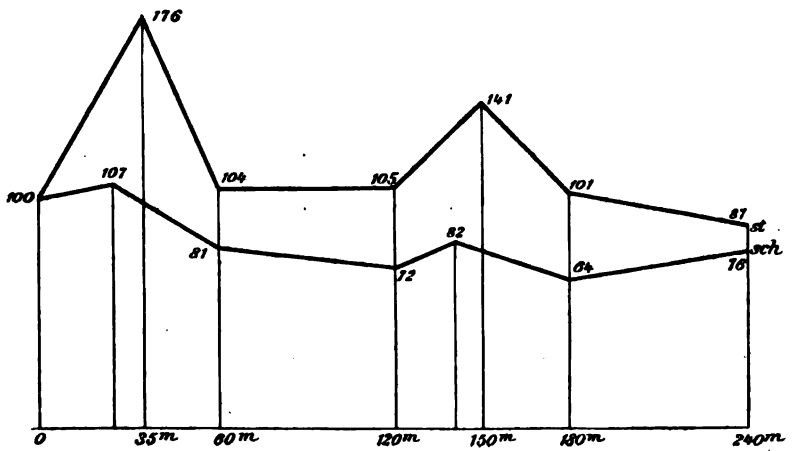
66. 76. 96. 83. 85. 79. 89. 82. 73. 87.

Depression:

35. 25. 6. 21. 20. 27. 28. 26. 40. 29.

Im Mittel beträgt die Größe der Erregung 106, die Größe der Leistungsfähigkeit am Schluss der einstündigen geistigen Arbeit 81.

Fig. 16.



Es beträgt demnach die Größe der Depression 25, d. h. sie ist $^1/_2$ so groß wie das Gesamtmittel der Depression. Wiederum mag besonders betont werden, dass in keinem dieser 10 Versuche die Depression das Mittel aus allen Versuchen erreichte.

So kommt also beim Vergleich dieser extremen Fälle aus der Variabilität eine Konstanz heraus, die wir wohl kaum als das zufällige Ergebnis der individuellen Schwankungen ansehen dürfen. Das Resultat unserer Vergleichung heißt: Einer durch geistige Arbeit bewirkten starken Erregung folgt im allgemeinen eine starke Depression.

Fig. 16 bringt diese Verhältnisse zum bildlichen Ausdruck. Die Kurve *st* ist das Bild der Arbeitsleistung bei starker Erregung, die Kurve *sch* stellt den Verlauf der Leistungsfähigkeit bei schwacher Erregung dar.

Wir prüfen an Hand unserer Beobachtungen die weitere Frage, ob zwischen dem Grad der Erregung und der Größe der Nachwirkung der Depression eine Beziehung bestehe. Die ausgezogene Kurve in Fig. 15 deutet als Durchschnitt der Gesamtheit unserer Beobachtungen an, dass die ergographische Messung der Leistungsfähigkeit nach der Pause (einstündigen) im Mittel das gleiche Resultat hat wie vor der Pause. Die Depression 50 überdauert die Pause. Es ist nach der Pause die Leistungsfähigkeit geringer als vor der Pause. Bezeichnen wir jede unter der ursprünglichen Leistung liegende Leistung als Ermüdung, jede über ihr befindliche als Erregung, dann werden wir von einer Nachwirkung der Ermüdung sprechen können, sobald durch die einstündige Ruhe die ursprüngliche Leistungsfähigkeit nicht wieder hergestellt wird. Umgekehrt ist die Nachwirkung der Erregung dann vorhanden, wenn der Ueberschuss der Leistungsfähigkeit im Vergleich zur ursprünglichen nach der einstündigen Pause nicht wesentlich dezimiert ist.

Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf die analogen Fälle, die in den Zahlenreihen S. 119 beleuchtet sind.

a) Versuche mit starker Erregung.

Leistung am Schluss der Arbeit:

176. 132. 121. 131. 89. 30. 72. 87. 119. 129. 60.

Leistung nach 1stündiger Pause:

145. 188. 123. 83. 85. 52. 79. 55. 87. 150. 105.

Nachwirkung:

−31. +56. +2. −48. −4. +22. +7. −32. −32. +21. +45.

b) Versuche mit schwacher Erregung.

Leistung am Schluss der Arbeit:

66. 76. 96. 83. 85. 79. 89. 82. 73. 87.

Leistung nach 1stündiger Pause:

70. 70. 114. 105. 67. 52. 93. 72. 74. 77.

Nachwirkung:

+4. −6. +18. +22. −18. −27. +4. −10. +1. −10.

In der Versuchsserie a (vergl. auch Fig. 16 Kurve *st*) steht der mittleren Leistung 104 vor der Pause, die mittlere Leistung 105 nach der Pause gegenüber. Schließt die Arbeit mit einem Erregungszustand ab, dann überdauert derselbe im allgemeinen die einstündige Pause. Diese Deutung des Versuchsergebnisses scheint thatsächlich, trotz der bedeutenden individuellen Schwankung, die in der Nachwirkung zum Ausdruck kommen, im allgemeinen zutreffend zu sein. In der Versuchsserie a haben wir in 6 Fällen am Schluss der Arbeit einen Erregungszustand; in 4 Fällen ist er auch nach der Pause noch vorhanden. In der Gesamtheit unserer Beobachtungen begegnen uns 9 Versuche, die mit einem Erregungszustand abschließen. In zwei Fällen geht während der einstündigen Pause diese Erregung in Ermüdung über, d. h. die nach der Pause beobachtete Leistungsfähigkeit ist geringer als die ursprüngliche, einmal um 13, einmal um 17; in 2 Fällen sinkt die Erregung auf die ursprüngliche Leistung, fünfmal dauert der Erregungszustand über die Ruhezeit hinaus an.

In der Versuchsreihe b (vergl. Fig. 16 Kurve *sch*) steht der mittleren Leistung 81 vor der Pause, die mittlere Leistung von 72 nach der Ruhe gegenüber. Die Ermüdung wird also durch die Ruhezeit (einstündige) nicht nur nicht aufgehoben, sondern sie nimmt als Nachwirkung der vorangegangenen Arbeit noch zu. In den Versuchsreihen a und b haben wir 15 Fälle, in denen die Leistung am Schluss der einstündigen Arbeit geringer war als die ursprüngliche. In 12 Fällen war auch die nach der Ruhe gemessene Arbeitsleistung kleiner als die ursprüngliche. Im ganzen beobachtete ich in 21 Fällen nach der einstündigen geistigen Arbeit den Zustand der Ermüdung. In 15 Fällen ist auch nach der einstündigen Ruhe der Ermüdungszustand noch vorhanden, so zwar, dass der mittleren Leistung 72,4 vor der Ruhe die mittlere Leistung von 72,2 nach der Ruhe gegenübersteht. In 6 Fällen dagegen restaurierte die Pause. Im Mittel betrug bei diesen Versuchen die Leistung vor der Pause 88, nach der Pause 106. Weniger stereotyp als die Beziehung zwischen Erregung und Depression sind die Beziehungen zwischen Erregung, bezw. Ermüdung zur Nachwirkung: Immerhin aber kommt mit hinlänglicher Klarheit folgendes allgemeine Verhalten zum Ausdruck: Als Nachwirkung der geistigen Arbeit hält der Zustand der Ermüdung über eine 1stündige Ruhezeit hinaus im allgemeinen an, wenn die 1stündige geistige Arbeit Ermüdung hervorrief; als Nachwirkung der geistigen Arbeit hält dagegen im allgemeinen der Zustand der Erregung über eine 1stündige Ruhezeit hinaus an, wenn nach der 1stündigen Arbeit der Zustand der Erregung vorhanden war. Eine 1stündige Ruhe vermag also den durch die geistige Arbeit erzeugten psychischen Zustand im allgemeinen nicht zu verwischen.

Nach der einstündigen Pause setzte die gleiche geistige Arbeit wie vor der Pause wieder ein. Die Versuchsbedingungen erscheinen also insofern geändert, als nicht das wieder in seinen anfänglichen Zustand versetzte Organ thätig ist, sondern das erregte oder gewöhnlicher das ermüdete, so ist es von vornherein nicht ausgeschlossen, dass dieser Teil unserer Versuchsserien von dem ersten Teil in wesentlichen Momenten differiere.

Wir prüfen in erster Linie wieder die Beziehungen zwischen Erregung und Depression, indem wir wieder die Ergebnisse der 10 Fälle starker Erregung mit den 10 Fällen geringster Erregung vergleichen. Wir schließen dabei wieder jene Fälle aus, in welchem das Maximum der Leistungsfähigkeit an den Schluss der Arbeit fällt.

Maßzahl der Erregung:									
190.	180.	137.	126.	121.	121.	112.	105.	104.	104.
Leistung nach einstündiger Arbeit:									
88.	89.	88.	69.	77.	79.	89.	73.	51.	83.
Depression:									
102.	91.	49.	57.	44.	42.	23.	32.	53.	21.

Im Mittel beträgt die Maßzahl der Erregung in diesen 10 Versuchen 130; die mittlere Leistungsfähigkeit vor der 2. Pause 78. Die Differenz zwischen den beiden Leistungen, die Depression, beträgt somit 52. Im Mittel ist sie, wenn wir alle Versuche, die im ersten Teil zu einem Erregungszustande führten, der Rechnung zu Grunde legen, 28. Es ist also die Maßzahl der Depression dieser 10 Versuche fast doppelt so groß, wie der Gesamtdurchschnitt der Depression. Wir sehen im Weiteren, dass nur in 2 Fällen unter den 10, die Depression etwas geringer ist als das Gesamtmittel.

Folgendes ist das Ergebnis der 10 Fälle kleinster Erregung.

Maßzahl der Erregung:									
41.	55.	58.	64.	67.	70.	73.	73.	74.	74.
Leistung nach einstündiger geistiger Arbeit:									
38.	35.	46.	39.	58.	47.	62.	70.	69.	58.
Depression:									
3.	20.	12.	25.	9.	23.	11.	3.	5.	16.

Im Mittel beträgt hier die Maßzahl der Erregung 65; die Leistungsfähigkeit nach der Arbeit erreicht die Größe 52, die Depression danach 13. Sie ist also nicht halb so groß wie das Gesamtmittel der Depression. In keinem einzigen der 10 Versuche wird dieses völlig erreicht.

Die Depression der 10 Fälle starker Erregung ist also im Mittel 4mal größer als die mittlere Depression der 10 Versuche mit schwacher

Erregung d. h. unser Gesetz, dass eine durch geistige Arbeit erzeugte starke Erregung von einer starken Depression begleitet wird, wird auch durch diese Versuchsserien bestätigt.

Die Prüfung unseres 2. Gesetzes über die Beziehung der Nachwirkung zum vorangegangenen psychischen Zustand, der Erregung oder Ermüdung, erhält insofern einen einseitigen Charakter, als der Zustand der Erregung nach dieser 2. Stunde geistiger Arbeit nur noch in 2 Fällen zu konstatieren war. Im einen Fall ist auch nach der sich anschließenden einstündigen Pause die Leistungsfähigkeit erhöht, d. h. der Erregungszustand überdauert die einstündige Ruhe. Im andern Fall dagegen geht die Erregung während der Pause in eine schwache Ermüdung über.

In 22 anderen Fällen führte die geistige Arbeit zu einer Ermüdung, indem der durchschnittlichen Anfangsleistung von 94 nach der Arbeit eine Durchschnittsleistung von 63 gegenübersteht. Nach der einstündigen Pause ist dieser Durchschnitt der Leistungsfähigkeit auf 75 gestiegen. Wenn also auch eine teilweise Erholung eintrat, so ist doch dem ursprünglichen Zustand gegenüber noch in ausgesprochener Weise der Ermüdungszustand da. Wenn also in diesen Durchschnittswerten auch unser zweites Gesetz bestätigt erscheint, so zeigen sich in den Ergebnissen der einzelnen Versuche eine Reihe von Ausnahmen, die für sich nur bestätigen, was wir früher schon betonten, dass unser zweites Gesetz weniger stereotyp ist, als das erste. In 7 Fällen nämlich erscheint nach der einstündigen Pause eine Leistungsfähigkeit, die größer ist, als die vor der Arbeit gemessene, so dass einer mittleren Leistungsfähigkeit von 66 nach einstündiger geistiger Arbeit eine mittlere Leistung 100 nach einstündiger Ruhe gegenübersteht. In den anderen 15 Fällen dagegen beobachten wir, dass die Leistung nach einstündiger Arbeit im Mittel 62 beträgt, nach der einstündigen Pause dagegen 64. In jenem Falle war das Mittel der Anfangsleistung 99, in diesem 92.

Es ergeben also diese Zahlen in der That, dass das über die Beziehungen zwischen Erregung, resp. Ermüdung und der Nachwirkung früher Gesagte auch unter den veränderten Versuchsbedingungen des 2. Teiles der Versuchsreihen im Großen und Ganzen Giltigkeit hat.

Lösen wir unser Gesetz, dass der stärkeren Erregung im allgemeinen auch eine stärkere Depression folge, von den begleitenden Zahlen ab, dann möchte wohl leicht die Ansicht Platz greifen, dass die geistige Arbeit die Leistungsfähigkeit um so mehr beeinträchtige zu je stärkerer Erregung sie führe. Diese Vorstellung ist jedoch durch unsere Versuche nicht zu belegen.

Der Kurvenverlauf, den wir in Fig. 15 durch die ausgezogene Kurve darstellten, zeigt uns als mittleres Ergebnis aller Versuche, die

zu einer Erregung führten, dass die geistige Arbeit nach 60 m die ursprüngliche Leistungsfähigkeit um 10 % verringerte. Diese Verringerung ist auch nach einer Ruhe von 60 m noch vorhanden. Die weitere geistige Arbeit während 60 m führt zu einer weiteren Verminderung um 22 % der ursprünglichen Arbeit. Nach einer einstündigen Ruhe beträgt der Gesamtverlust der Leistungsfähigkeit 21 %.

Wie verhalten sich nun im Mittel die 10 Fälle stärkster Erregung? Die Leistungsfähigkeit, die in Folge der geistigen Arbeit bedeutend gesteigert wird, sinkt nach einstündiger Arbeit (vergl. Fig. 16 *st*) nicht auf die anfängliche Leistung zurück, sondern ist um 4 % größer. Nach der einstündigen Pause zeigt sich gegenüber der ursprünglichen Leistung ein Plus von 5 %. Durch die wieder beginnende Arbeit wird die Leistungsfähigkeit von neuem gesteigert, im Mittel auf 141; nach einstündiger Arbeit sinkt sie auf 101 und erst während der sich anschließenden einstündigen Ruhe sinkt sie auf 87, wird also gegenüber der ursprünglichen Leistungsfähigkeit um 13 % vermindert. In den Fällen geringer Erregung durch geistige Arbeit beträgt das schließliche Deficit der Leistungsfähigkeit 24 % (vergl. Fig. 16 *sch*).

Aus diesen Versuchen ergibt sich also folgendes Gesetz: Erhöhte Erregung verlängert die Dauer der Leistungsfähigkeit.

Es mag hier der Ort sein, mit einigen Worten auch jene Versuchsergebnisse zu berühren, in denen kein Erregungszustand beobachtet wurde, in denen also die Arbeit sofort die Leistungsfähigkeit herabsetzte. Die maximale Leistung betrug im Mittel 86; am Schlusse der 1 stündigen Arbeit 66, so dass also die Depression 20 war, d. h. nur $^2/_5$ so groß, wie die mittlere Depression jener Fälle, die zu einem Erregungszustand führten. Es steht also dieses Ergebnis völlig im Einklang mit unserem ersten Gesetz. Nach der einstündigen Pause betrug die mittlere Leistungsfähigkeit 68. Es kommt also das Gesetz der Nachwirkung in prägnantester Weise zum Ausdruck. Verfolgen wir den gesamten Kurvenverlauf, wie er in der punktierten Linie der Fig. 15 angedeutet, dann sehen wir unser Gesetz vom Einfluss der Erregung auf die Dauer der Leistungsfähigkeit aufs überraschendste bestätigt, indem die Kurve in ihrem ganzen Verlauf unter dem Mittel, das die ausgezogene Kurve darstellt, bleibt. Dem schließlichen mittleren Deficit der Leistungsfähigkeit von 21 %, steht hier ein solches von 37 % gegenüber, das also 3mal größer ist als jenes, das wir in den Versuchen mit starker Erregung beobachten und $1^1/_2$mal größer als jenes, das bei schwachen Erregungen zu konstatieren war. [41]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. Juli 1897.** **Nr. 13.**

Inhalt: v. **Lendenfeld**, Die Nesselzellen der *Cnidaria*. — **Popoff**, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. — **Hensen**, Bemerkungen zur Planktonmethodik, — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**: Medizinischer Verein zu Greifswald. Solger, Ganglienzellen des Lobus electricus von *Torpedo*.

Die Nesselzellen der *Cnidaria*.

Von **R. v. Lendenfeld.**

Vor zehn Jahren habe ich in dieser Zeitschrift einen kurzen Aufsatz über den damaligen Stand unserer Kenntnis von den Nesselzellen der *Cnidaria* veröffentlicht: anschließend an diesen, will ich im Folgenden die seither auf diesem Gebiete erzielten Resultate besprechen und an der Hand der neuen morphologischen, physiologischen und entwicklungsgeschichtlichen Daten die Theorien prüfen, welche ich und andre zur Erklärung der Funktion dieser Organe aufgestellt haben. Die Arbeit gliedert sich naturgemäß in die folgenden fünf Hauptabschnitte: Litteratur, Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Physiologie und Schlussbetrachtung. Bemerken möchte ich noch, dass ich, um dieselbe nicht noch umfangreicher zu machen, als sie ohnehin geworden ist, auf die Nesselorgane andrer Tiere, nicht näher eingegangen bin.

I. Litteratur.

In dieser Liste sind nur die im Jahre 1887 und später erschienenen, einschlägigen Arbeiten zitiert. Aeltere Arbeiten sind bei Iwanzoff (1896a), Murbach (1894), Zoja (1890) u. a. angeführt.

1889. L. Agassiz[1]): The Anatomy of *Astrangia danae*. Natural history illustrations prepared under the direction of Louis Agassiz, 1849. Explanation of Plates by J. W. Fenkes, 20 p., 6 Taf.

1) Die den wesentlichen Teil dieser Arbeit ausmachenden Tafeln sind schon 1849 gezeichnet worden. Ihrer Wichtigkeit wegen, sowie auch weil sie erst 1889 publiziert wurde, habe ich diese Arbeit hier aufgenommen und im Folgenden auch berücksichtigt.

1888. G. J. Allman: Report on the *Hydroida* II. The *Tubularinae*, *Corymorphinae*, *Campanularinae*, *Sertularinae* and *Thalamophora*. The voyage of H. M. S. Challenger, Zoology, Bd. 23, Part 70, LXIX und 90 p., 39 Taf., 1 Karte. (Nesselzellen p. XIV—XVII.)

1893. G. Antipa: Eine neue Stauromeduse (*Capria* n. *Sturdzii* n.). Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 10, p. 618—632, Taf. 40. (Nesselzellen p. 625—626.)

1888. M. Bedot: Sur *l'Agalma Clausi* n. sp. Recueil Z. Suisse, Bd. 5, p. 73—91, Taf. 3, 4. (Nesselzellen p. 85—87.)

1890. Derselbe: Observations relatives à l'histologie des animaux inférieurs (Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève dans séance du 5 decembre 1889). Arch. Sci. phys. et nat. Genève, Bd. 22, p. 606—608.

1896. Derselbe: Note sur les cellules utricantes. Revue Suisse Zool., Bd. 3; p. 533—539, Taf. 18.

1888. E. Béraneck, Étude sur les corpuscles marginaux des *Actinies*. Neuchâtel, 40 p., 1 Taf. (Nesselzellen p. 27—32 u. a. O.)

1887. G. C. Bourne: On the Anatomy of *Mussa* and *Euphyllia* and the Morphology of the Madreporarian Skeleton. Quart. Journ. Micr. Sci. (n. S.), Bd. 28, p. 21—51, Taf. 3, 4. (Nesselzellen p. 25, 30.)

1892. M. Chapeaux: Contribution à l'étude de l'appareil de relation des *Hydroméduses*. Arch. Biol., Bd. 12, pag. 647—682, Taf. 21, 22. (Nesselzellen p. 662—675 a. a. O.)

1891. C. Chun: Die kanarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. I. *Stephanophyes superba* und die Familie der Stephanophyiden. Abh. Senckenb. Nat. Ges. Frankfurt, Bd. 16, p. 553—627, 5 Fig., 7 Taf. (Nesselzellen p. 577—607.)

1892. Derselbe: Die kanarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. II. Die Monophyiden nebst Bemerkungen über Monophyiden des pacifischen Ozeans. Abh. Senckenb. Ges. Frankfurt, Bd. 18, p. 57—144, Fig., Taf. 8—12. (Nesselzellen p. 102—103, 129—133.)

1889. D. C. Danielssen: *Cerianthus borealis*. Bergens Mus. Aarsberet für 1888, Nr. 1, 12 p., 1 Taf.

1895. S. Goto: Note on the protoplasmic connection of Lasso-cells in *Physalia*. J. Hopkins Univ. Circ., Bd. 14, p. 80 (Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 6, Bd. 16, p. 271—272).

1895. H. Grenacher: Ueber die Nesselkapseln von *Hydra*. Zool. Anz., Bd. 18, S. 310—321, 7 Fig.

1888. E. Haeckel: Report on the *Siphonophorae* collected by H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. The Voyage of H. M. S. Challenger, Zoology, Bd. 28, Pt. 77, II und 379 p., 50 Taf.

1891. W. B. Hardy: On some points in the Histology and Development of *Myriothela phrygia*. Quart. Journ. Micr. Sci., (n. S.), Bd. 32, p. 505—537, Taf. 36—37. (Nesselzellen p. 508—509 a. a. O.)

1895. S. J. Hickson: The Anatomy of *Alcyonium digitatum*. Quart. Journ. Micr. Sci., (n. S.), Bd. 37, p. 343—388, Taf. 36—39. (Nesselzellen p. 365—366.)

1896. N. Iwanzoff: Ueber den Bau, die Wirkungsweise und die Entwicklung der Nesselkapseln von Cölenteraten. (Vorläufige Mitteilung zu 1896a.) Anat. Anz., Bd. 11, p. 551—556.

1896a. N. Iwanzoff: Ueber den Bau, die Wirkungsweise und die Entwicklung der Nesselkapseln der Cölenteraten. Bull. Soc. Imp. Natural. Moskau, Jahrg. 1896, Nr. 2, 99 p., 4 Taf.

1887. R. v. Lendenfeld: The function of Nettlecells. Quart. Journ. Micr. Sci., (n. S.), Bd. 27, p. 393—399, Taf. 30, Fig. 4.

1887a. Derselbe: Die Nesselzellen. Biol. Centralbl., Bd. 7, p. 225—232.

1888. Derselbe: Ueber Cölenteraten der Südsee VII. Die australischen, rhizostomen Medusen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 47, S. 201—324, Taf. 18—27. (Nesselzellen p. 244—245, 254—255, 298.)

1890. J. P. Mc Murrich: Contributions on the Morphology of the *Actinozoa*. I. The Structure of *Cerianthus americanus*. Journ. of Morph., Bd. 4, p. 131—150, Taf. 6—7. (Nesselzellen p. 141, 143.)

1893. L. Murbach: Zur Entwicklung der Nesselorgane bei den Hydroiden. (Vorläufige Mitteilung zu 1894). Zool. Anz., Bd. 16, S. 174—175.

1894. Derselbe: Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Entwicklung der Nesselorgane der Hydroiden. Arch. Naturgesch., Jahrg. 60, Bd. 1, S. 217—254, Taf. 12.

1887. M. Nussbaum: Ueber die Teilbarkeit der lebenden Materie, II. Mitt., Beiträge zur Naturgeschichte des Genus *Hydra*. Arch. mikr. Anat., Bd. 29, S. 265—366, Taf. 13—20. (Nesselzellen p. 298—310.)

1894. F. Schaudinn: Ueber *Haleremita cumulans* n. g. n. sp., einen neuen marinen Hydroidpolypen. Sitzungsber. Ges. Nat. Freunde Berlin, Jahrg, 1894, S. 226—234, Fig.

1890. K. C. Schneider: Histologie von *Hydra fusca* mit besonderer Berücksichtigung des Nervensystems der Hydropolypen. Arch. mikr. Anat., Bd. 35, S. 321—379, Taf. 17—19.

1891. Derselbe: Einige histologische Befunde an Cölenteraten. Zool. Anz., Bd. 14, S. 370—371, 378—381.

1892. Derselbe: Einige histologische Befunde an Cölenteraten. Jena Zeitschr. Naturw., Bd. 27, S. 379—462, Taf. 10—16.

1894. Derselbe: Mitteilungen über Siphonophoren. I. Nesselzellen. Zool. Anz., Bd. 17, S. 461—471.

1896. Derselbe: Mitteilungen über Siphonophoren. II. Grundriss der Organisation der Siphonophoren. Zool. Jahrb. Abt. Anat. Ont., Bd. 9, S. 571—664, Taf. 43—45, 32 Fig. (Nesselzellen p. 584.)

1890. C. Viguier: Études sur les animaux inférieurs de la baie d'Alger. 4. Le Tétraptère (*Tetraplatia volitans* Busch). Arch. Zool. Expér. (2), Bd. 8, S. 101—142, Taf. 7—9. (Nesselzellen p. 119—122.)

1889. J. Wagner: Zur Organisation des *Monobrachium parasiticum* Merej. Zool. Anz., Bd. 12, S. 116—118.

1890. H. V. Wilson: On a new *Actinia*, *Hoplophoria coralligens*. Stud. Biol. Lab. J. Hopkins Univ., Bd. 4, 9 p., Taf. 43.

1890. R. Zoja: Alcune ricerche morfologiche e fisiologiche sull' *Hydra*. Boll. Sc. Pavia, Jg. 12, 90 p., 6 Taf. (Nesselzellen p. 56—64.)

1893. Derselbe: Intorno ad un nuovo idroide. Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 10, p. 519—526, Taf. 33. (Nesselzellen p. 522.)

II. Morphologie.

An den Nesselzellen der *Cnidaria* sind stets eine Kapsel, und ein in dieser aufgerollter, dem amorphen Kapselinhalte eingebetteter Faden

zu unterscheiden. Zumeist (oder immer) findet sich eine Plasmahülle, welche einem Mantel gleich die Kapsel einhüllt und in welcher in der Regel ein Zellkern, sowie zuweilen auch ein Fadenknäuel nachgewiesen werden können. Der Mantel pflegt Fortsätze zu besitzen, von denen die einen (Cnidocil, Cilien) nach außen, die andren (Stiel, diverse proximale Anhänge) nach innen abgehen. Diese Teile der Nesselzelle wollen wir für sich besprechen, vorher aber noch einiges über die Meinungen erwähnen, welche die neueren Autoren über die Natur der Nesselzellen als solche hegen, sowie auf die Unterscheidung der Nesselzellen der *Cnidaria* in zwei Hauptarten eingehen.

1. Die Natur der Nesselzellen.

Der alten Auffassung, dass den Nesselzellen eine Perceptionsfunktion zukäme und dass sie demnach mehr oder weniger als Sinneszellen aufzufassen wären, hat sich neuerlich Chapeaux (1892) wieder zugewandt. Er sagt, dass die Nesselzelle bei den Actinien ein „type primitif d'un organ de sense" sei. Auch Schneider (1890) will die Nesselzellen der *Hydra* als Sinneszellen angesehen wissen, weil nach seiner Auffassung alle eigentlichen Sinneszellen des *Hydra*-Ektoderms schon ins Subepithel herabgerückt seien, sich in Ganglienzellen verwandelt hätten, und die Nesselzellen jetzt die einzigen Elemente der äußeren Gewebeschicht des Süßwasserpolypen seien, welche Reize perzipierten. Gleichwohl hält er hier, sowie auch in einer späteren Arbeit (1892) an meiner älteren Anschauung von der Drüsennatur der Nesselzellen fest und meint, dass jene Sinnesfunktion erst neuerlich erworben wäre und nur so nebenbei ausgeübt würde. Ja er geht (1890) hierin so weit, die Nesselzellen der *Cnidaria* und auch die Klebezellen der *Ctenophora* für ableitbar von solchen Drüsenzellen zu halten, wie sie in der Fußscheibe von *Hydra* vorkommen. Chun (1891) dagegen fasst die Nesselzelle als Neuromuskelzelle im Sinne Kleinberg's auf, weil ein Teil von ihr aus kontraktiler Substanz besteht und dieser durch einen, von einem andren Teile der Zelle (dem Cnidocil) perzipierten Reiz zur Zusammenziehung veranlasst wird. Er betont übrigens die „Vielseitigkeit" der Leistungen der Nesselzellen. Iwanzoff (1896a) endlich betrachtet die Nesselzelle als eine modifizierte Flimmer- oder Epithelzelle, von deren Cilien einige zur Bildung der Cnidocile zusammengetreten sind und die andren mehr oder weniger vollständig rückgebildet wurden. Das Auffinden von Nesselzellen mit mehreren kurzen Cilien neben dem Cnidocil, namentlich bei *Adamsia rondeletii*, sowie von solchen, bei denen statt eines einfachen Cnidocils mehrere kürzere oder längere Cilien vorhanden sind, und endlich die durch den Zerfall in einzelne Längsfasern beim Macerieren dokumentierte Zusammensetzung des Cnidocils aus verwachsenen Einzelhärchen haben ihn zu dieser Ansicht geführt.

2. Die zwei Arten von Nesselzellen.

Schon an den im Jahre 1849 von Agassiz gezeichneten Abbildungen von Nesselkapseln und -Fäden der *Astrangia danae* (Agassiz 1889) ist auf das deutlichste zu erkennen, dass diese Species zwei Arten von Nesselkapseln besitzt: Kapseln mit gewöhnlichen, schlauchförmigen Fäden, die beim Schusse umgestülpt werden und mit der Kapsel in Verbindung bleiben; und dann Kapseln mit dünneren, vielleicht soliden Fäden, welche beim Schusse nicht umgestülpt und in toto ausgestoßen werden. Die erstere ist allgemein verbreitete, allen Cnidarien zukommende, gewöhnliche Form; die letztere jene auf Anthozoen beschränkte, welche Gosse als *Cnidae cochleatae* bezeichnet, und Möbius für Jugendformen der andren gehalten hat. Auf den großen, grundsätzlichen Unterschied zwischen diesen beiden Nesselkapselarten hat zuerst Bedot (1890) hingewiesen. Er lässt den gewöhnlichen Nesselkapseln den alten Namen „Nématocystes" und stellt für die andren den Namen „Spirocystes" auf. Später geht Bedot (1896) weiter auf diese Unterscheidung ein und zeigt, dass bei den Spirocysten der Faden nicht wie bei den Nematocysten der Kapsel angeheftet ist, sondern frei in derselben liegt. Dem entsprechend fehlt den Spirocysten auch das bei den Nematocysten vorhandene basale Anheftungsstück, welches häufig gerade und longitudinal in der Kapselaxe liegend, als Axenstück imponiert. Alle Teile des Spirocystenfadens sind stets in einer Spirale aufgerollt. Auch hält Bedot den Spirocystenfaden nicht für schlauchförmig wie den Nematocystenfaden sondern für solid. Vielmehr als die weit höher entwickelten Nematocysten erinnern die Spirocysten an die Trichocysten der Protozoen.

Unabhängig von Bedot ist auch Iwanzoff (1896a) zur Aufstelluug dieser Unterscheidung bei den Nesselkapseln der Actinien gelangt. Seine diesbezüglichen Angaben stimmen im allgemeinen mit jenen Bedot's überein. Eigene Namen für die beiden Hauptarten von Nesselorganen hat Iwanzoff jedoch nicht aufgestellt. Ich halte diese von Bedot und Iwanzoff aufgestellte Unterscheidung der Nesselkapseln für ganz naturgemäß und werde im Folgenden die beiden von Bedot für sie aufgestellten Namen Nematocysten und Spirocysten benützen. Brüder Hertwig haben seiner Zeit behauptet, dass bei Actinien auch fadenlose Nesselkapseln vorkämen. Wäre dies richtig, so müsste außer den beiden obengenannten noch eine dritte (fadenlose) Art unterschieden werden. Béranek (1888) hat jedoch gezeigt, dass auch diese Kapseln einen Faden enthalten: er ist in ihnen nur schwerer wie in andren zu sehen.

3. Der Plasmamantel.

Der Plasmamantel, welcher die Nesselkapsel umgiebt, ist nach Iwanzoff (1896a) bei den Hydroiden höher als bei den Actinien

entwickelt. Stets ist er im Leben viel voluminöser und leichter zu sehen, wie in Präparaten, weil er in Folge von Reagentienwirkung stark schrumpft (Iwanzoff 1896a). Aehnliches hat auch Chapeaux (1892) bei *Hydra* bemerkt. Besonders dünn ist der Mantel nach Zoja (1892) bei *Umbrellaria aloysii*; nach Schneider (1892) bei *Forskalea contorta* und nach Iwanzoff (1896a) bei manchen Actinien, sowie bei den Nesselzellen in den Nesselknöpfen der Siphonophoren-Fangfäden. In diesen stehen die Kapseln so dicht, dass nur kleine, drei- oder vierkantige Räume zwischen ihnen bleiben, welche von der Mantelsubstanz eingenommen werden.

Eine den Mantel von der Kapsel trennende Flüssigkeitsschicht haben Schneider (1890) bei *Hydra fusca* und Iwanzoff (1896a) bei den großen Nesselzellen von *Carmarina hastata* aufgefunden. Schneider hält diese Flüssigkeitsschicht für ein durch Reagentienwirkung, postmortal erzeugtes Artefact. Grenacher (1895) giebt an, dass bei *Hydra* der Mantel sich nach Pikrinsäurebehandlung von der Kapsel ablöse.

Ueber die Natur des Mantels bei denjenigen Nesselzellen der Actinien, bei denen der Faden schwer zu sehen ist, sagt Béranek (1888) „il n'existe pas de fibres musculaires entourant le cnidoblaste, comme c'est le cas chez beaucoup de Coelentérés". Schneider (1890) sagt, dass die innerste Schicht des Plasmamantels der Nesselzellen von *Hydra fusca* fast ganz in einen Muskel umgewandelt sei und dass dieser Muskel alle Teile der Kapsel mit Ausnahme ihres Vorderendes umhülle. Auch Murbach (1893, 1894) und Schneider in seiner späteren Arbeit (1892) halten den Mantel für muskulös. Iwanzoff (1896a) dagegen sagt, dass die „Wand des Cnidoblasts selbst" ... „keine Hindeutung auf einen muskulösen Charakter" zeige, obwohl auch er jene dichtere Innenlage des Mantels bemerkte, die Schneider für einen Muskel erklärt hatte.

Von besonderen Strukturen am Mantel ist besonders die Radialstreifung bemerkenswert, welche nach Grenacher (1895) jenen Teil des oberen Mantelrandes der *Hydra*-Nesselzellen einnimmt, welchem das Cnidocil entragt. Grenacher hält diese, ziemlich schwer sichtbare Streifung für den Ausdruck einer Faltung des Mantels, oder doch der Manteloberfläche, an der betreffenden Stelle.

Der obere, den distalen Pol der Nesselkapsel deckende Teil des Plasmamantels bildet ein Deckelchen oder Mützchen, welches beim Schusse abgeworfen oder nach der Seite umgelegt wird. Bedot (1888) hat solche Dekelchen an den abgeschossenen Nesselfäden der *Agalma clausii*, Iwanzoff (1896a) bei *Pennaria*, *Velella*, *Carmarina* und Actinien beobachtet.

Eingelagert in dem Mantel findet sich ein, in der Regel ganz leicht nachweisbarer Zellkern und bei gewissen Siphonophoren außer-

dem noch ein andrer Körper, auf den wir unten zurückkommen werden. Nach Murbach (1894) soll ein Kern immer vorhanden sein, während Iwanzoff (1896a) angiebt, dass er bei den Actinien öfter rückgebildet werde. Die Gestalt des Kernes ist nach Iwanzoff (1896a) meist länglich; zuweilen erscheint er gebogen und umfasst dann die Kapsel, der er anliegt, in größerer oder geringerer Ausdehnung; ja bei *Apolemia uvaria* kommt es vor, dass der Kern als geschlossener Ring die ganze Kapsel umgürtet. Ich (1888), Schneider (1890) und Iwanzoff (1896a) geben übereinstimmend an, dass der Kern in der Regel am unteren Ende der Kapsel, seltener zu ihrer Seite liegt.

Was nun die andre oben erwähnte, bei Siphonophoren (*Velella* u. a.) vorkommende, von Bedot und Chun als eine Art Muskel in Anspruch genommene Manteleinlagerung anbelangt, so hat zunächst Chun (1891) dieselbe bei *Stephanophyes superba* als einen Becher kontraktiler Substanz beschrieben, in welchem die Kapsel sitzt. Bei *Physalia* hat Murbach (1894) verbogene und geknickte, zum Teil spiralig gewundene Fasern in der Umgebung der Kapsel gefunden. Eine deutlicher spiralige Anordnung zeigten dieselben bei *Velella*. Diesen merkwürdigen Körper im *Velella*-Cnidoblast hat Schneider (1894) eingehender studiert. Er findet, dass derselbe aus einem dicht aufgerollten Fadenwerk besteht und kommt zu der Ueberzeugung, dass er nicht muskulöser Natur sei. Iwanzoff (1896a) hat solche Fadenknäule, sowohl in den gestielten, wie in den ungestielten Nesselzellen von *Velella* gefunden, und erkannt, dass von denselben ein Faden nach unten abgeht, welcher den Stiel der Nesselzelle durchzieht und sich an die Stützlamelle anheftet. Das Fadenknäuel selbst hat bei *Velella* die Gestalt einer, der Kapsel anliegenden, konvex-konkaven Linse. Iwanzoff erkennt in diesem linsenförmigen Körper das obere, zu einem Knäul zusammengelegte Ende eines langen, unten im Stil spiralig aufgerollten Fadens.

4. Das Cnidocil.

Als Cnidocile sind diejenigen Anhänge der Nesselzellen zu bezeichnen, welche in centrifugaler Richtung nach außen abgehend, frei in das umgebende Wasser hineinragen. Wenngleich die allermeisten Nesselzellen derartige Distalanhänge besitzen, so scheint es doch auch — von den, in der Tiefe liegenden und daher hier nicht in Betracht kommenden Nesselzellen abgesehen — solche oberflächliche zu geben, die der Cnidocile entbehren. So sollen nach Wagner (1884) die Nesselzellen von *Monobrachium parasiticum* cnidocillos sein; ebenso nach Iwanzoff (1896a) einige der großkapseligen Nesselzellen von *Carmarina hastata* und die mit Fadenknäuel ausgestatteten von *Velella*. Es ist oben schon erwähnt worden, dass nach Iwanzoff (1896a) nicht

selten statt eines einzigen Cnidocils mehrere getrennte Cilien, meist von sehr verschiedener Größe, der Distalfläche der Nesselzelle entragen. Dies wurde namentlich bei *Adamsia rondeletii* und andren Actinien beobachtet. Bei *Pennaria* und bei einigen Siphonophoren zerfallen nach Iwanzoff (1896a) die dort stets einfachen Cnidocile beim Macerieren in drei oder mehr getrennte Cilien: durch Verwachsung von solchen, der Bewegung verlustig gegangenen Cilien sollen sie entstanden sein. Nach Bedot (1888) besteht das Cnidocil der Nesselzellen von *Agalma clausii* aus einer andren Substanz als der obere, die Kapsel kappenförmig deckende Teil des Mantels. Das Cnidocil ist hier kurz dornförmig und verdickt sich unten plötzlich zu einem konvex-konkaven Gebilde, welches sich der Kapsel dicht anschmiegt.

Auch bei den Actinien soll nach Béranek (1888) das Cnidocil von der Kapsel abgehen und die Cuticula durchbohren. Bei *Hydra fusca* werden nach Schneider (1890) die Cnidocile der großkapseligen Nesselzellen basal von einem manschettenähnlichen Auswuchse des Mantels umgeben. Aehnliches beschreibt auch Chapeaux (1892), auch er hat die Manschette und das Herantreten des Cnidocils an die Kapsel (bei *Hydra*) beobachtet. Nach Grenacher (1895) geht bei *Hydra* das Cnidocil vom höchsten Punkte des oberen, freien Mantelrandes ab. Die gewöhnliche Form des Cnidocils ist die eines konischen, schief stehenden Dornes. Die Cnidocile der kleinkapseligen Nesselzellen von *Hydra* sind bekanntlich länger als jene der großkapseligen. Schneider (1890) giebt für die ersteren bei *H. fusca* eine Länge von 0.01, für die letzteren von nur 0.007—0.008 mm an. Bei *H. grisea* erreichen die längsten Cnidocile nach Nussbaum (1887) 0.011 mm. Besonders lange Cnidocile habe ich (1888) an den Nesselzellen der Digitellen der Mundarme von *Crambessa mosaica* gefunden; besonders steil stehende auf der Exumbrella der Rhizostomen.

Ganz abnorme Cnidocile wurden von Chun (1891) an den mit birnförmigen Kapseln ausgestatteten Nesselzellen des Distalteiles des eichelförmigen Nesselknopfes von *Stephanophyes superba* gefunden. Hier sind die Cnidocile nämlich sehr groß, 0.032 mm lang, stark und dem Oberschnabel eines Adlers gleich gebogen. Ungeheuere Cnidocile, welche etwa zweimal so lang wie die zugehörigen Kapseln sind, beschreibt Haeckel (1888) von den Nesselzellen des Knopfes der *Anthemodes ordinata*. Nach Iwanzoff (1896a) verwachsen zuweilen die Cnidocile benachbarter Nesselzellen von *Apolemia uvaria* zu bogenähnlichen Gebilden.

5. Die Proximalanhänge.

Bekanntlich habe ich (1887) vor zehn Jahren die Meinung ausgesprochen, daß jede hochorganisierte Nesselzelle zwei Basalfortsätze besäße, einen Stützstiel und eine Nervenfaser. Der erstere sollte bloß

dazu dienen, die Nesselzelle — im Sinne Hamann's — zu fixieren, während die zweite die Verbindung derselben mit dem subepithelialen Nervenplexus herzustellen bestimmt wäre. Zu dieser Annahme bin ich einesteils durch die Beobachtung von Nesselzellen mit zwei Basalfortsätzen und andrenteils durch theoretische Erwägungen veranlasst worden. Nussbaum (1887) hat gezeigt, dass einige von den Nesselzellen der *Hydra* gestielt sind, andre jedoch eines eigentlichen Stieles entbehren und nur mit einer einfachen Basalplatte, von deren Rand mehrere Fortsätze abgehen, der Stützlamelle aufsitzen. Analoges habe ich (1888) bei Rhizostomen gefunden, deren Nesselzellen mit einem Stiel ausgestattet sind, von dessen Basalende (ähnlich wie von der Basalplatte jener Nussbaum'schen *Hydra*-Nesselzellen) mehrere Fortsätze abgehen. Ich sprach damals die Ansicht aus, dass „einer dieser Fortsätze" ... „gewiss mit subepithelialen Nerven in Verbindung" stehe. Auch Allman (1888) acceptierte diese, zuerst von Jickeli ausgesprochene und dann von mir angenommene Ansicht; er behauptet nämlich, dass sich Ausläufer subepithelialer Ganglienzellen mit den Nesselzellen verbänden. Allman (1888) schlägt für den Nesselzellenstiel den Namen Cnidopod vor und meint, dass die, namentlich von Chun behauptete muskulöse Natur desselben „not yet proved" sei. Zoja (1890) hat, ebenso wie früher ich, Nesselzellen mit zwei Basalfortsätzen beobachtet und eine solche abgebildet. Auch er hält dieselben nicht für muskulös. Schneider (1890) hat zwar einmal eine Verbindung zwischen einer Nesselzelle und einem varicösen Ganglienzellen-Ausläufer beobachtet, ist jedoch geneigt dies als ein zufälliges Artefact (er beobachtete es an einem Macerationspräparat von *Hydra*) und nicht als etwas den natürlichen Verhältnissen entsprechendes, anzusehen. Ueberhaupt sieht er nicht ein, wie bei *Hydra* eine solche Verbindung existieren könne, weil ja die *Hydra*-Nesselzellen innerhalb von Epithelmuskelzellen liegen. Auch Schneider hat zuweilen mehrere unregelmäßige Fortsätze an den Nesselzellen wahrgenommen. Bei *Hydra* haben nach Schneider (1890) die Nesselzellen der Tentakel, nicht aber jene der Körperwand, deutliche Stiele. Diese Stiele sind distal erweitert. Bei den kleinkapsligen Nesselzellen ist der Stiel basal dünn und von nur wenig oder gar keinem Plasma umgeben; bei den großkapsligen erscheint er dagegen als ein weiter, an großen Vacuolen reicher, nach unten nur wenig verdünnter Kegel. Der Stiel ist mit der Stützlamelle fest verwachsen und setzt sich basal jedenfalls nicht in tangentiale Muskelfasern fort. Der Stiel soll, ebenso wie der Mantel, muskulös sein. Schneider (1890) sagt hierüber „Dass wir es wirklich mit Muskeln zu thun haben folgt aus der Uebereinstimmung im optischen Verhalten mit den Muskelfasern der Epithelmuskelzellen". Viel schlanker als der Stiel der *Hydra*-Nesselzellen, und bis zu 0.032 mm lang ist der Stiel der *Tubularia*-Nesselzellen. Dieser

soll nach Schneider (1890) einerseits mit einem der Vorsprünge der Stützlamelle, andrerseits mit dem Hinterende der Kapsel fest verwachsen sein. Die muskulöse Substanz ist auf die Umgebung der Kapsel beschränkt. In ganz ähnlicher Weise schildert Viguier (1890) die Stiele der Nesselzellen von *Tetraplatia volitans*. Bei den kleinkapsligen soll der Stiel viel länger als bei den großkapsligen sein. Die Stiele sind den „crêtes" der Stützlamelle angeheftet. Viguier hält sie für muskulös, einerseits, weil sie bei frischgetöteten Tieren viel kürzer als bei solchen sind, bei denen die beginnende Maceration der Muskelstarre ein Ende gemacht hat, und andrerseits auch weil — in Folge ihrer Kontraktion — die Oberfläche über jeder Nesselzelle dellenartig eingezogen erscheint. Ich muss gestehen, dass ich diesen Angaben keine Beweiskraft für die Richtigkeit der Annahme einer muskulösen Natur des Stiels beimessen kann. Besonders lange Stiele — er nennt sie schlechtweg „Muskelstiele" — hat Chun (1891) an einigen der, mit Adlerschnabel-Cnidocilen ausgestatteten Nesselzellen von *Stephanophyes superba* gefunden. In den eichelförmigen Nesselknöpfen dieses Siphonophors hat er gelegentlich auch Nesselzellen mit zwei oder drei Stielen gesehen. Im Gegensatze zu Korotneff hat Chun (1892) keine Verbindung der Stiele der mit birnförmigen Kapseln ausgestatteten Siphonophoren- (*Stephanophyes superba*-) Nesselzellen mit Ganglienzellenausläufern auffinden können. Sehr bestimmt äußert sich Chapeaux (1892) über das Vorhandensein eines solchen Zusammenhangs bei *Hydra*, wo die Nesselzellen durch körnige Fäden mit den subepithelialen Ganglienzellen in Verbindung stehen sollen. Chapeaux behauptet, dass oft mehrere Nesselzellen mit einer und derselben Ganglienzelle solcherart verbunden seien und bildet (1892, Taf. 22 Fig. 5) eine derartige Gruppe ab. „Le cnidoblaste est donc un élément périphérique", sagt er, „en rapport avec les cellules nerveuses". Bei *Actinia equina* und *Anemonia sulcata* hat er — an Tentakelquerschnitten — ebenfalls diesen Zusammenhang nachgewiesen. Besonders verlässlich scheinen diese Angaben jedoch nicht zu sein. Nach Schneider (1892) ist der Nesselzellenstiel bei *Pennaria* mit der Stützlamelle fest verwachsen, was besonders bei den großkapsligen deutlich hervortritt. Der Stiel wird hier von Plasma umgeben und ist nicht muskulös. Viel dicker, und basal in mehrere Fortsätze aufgelöst, sind die Stiele der Nesselzellen in den Tentakeln von *Carmarina hastata*. Diese, meint Schneider, könnten wohl muskulös sein. Nach Goto (1895) wären die jungen Nesselzellen der *Physalia*-Siphonen durch Plasmaausläufer miteinander verbunden. Nach einem Zusammenhange zwischen Nessel- und Ganglienzellen hat Iwanzoff (1896a) vergebens gesucht. Im allgemeinen soll nach diesem Autor der Nesselzellenstiel bei den Hydroiden stärker als bei den Actinien sein. Er ist nicht muskulös und stimmt substantiell mit der Stützlamelle überein.

In dieser Hinsicht stellt sich also Iwanzoff auf die Seite Hamann's und widerspricht den Anschauungen von Chun, Bedot, Murbach und zum Teil auch Schneider. Gleichwohl hat auch Iwanzoff (1896a) zuweilen körnig-plasmatische oder (bei *Apolemia uvaria*) längsgestreifte, basale Nesselzellenausläufer gesehen. In Bezug auf das Heranreichen des Stützstieles bis an die Kapsel — sein Durchdringen des basalen Teiles des Plasmamantels — bei *Pennaria cavolinii* bestätigt Iwanzoff (1896a) die Angaben Schneider's (s. o.) Gar nicht selten, so namentlich bei den Nesselzellen der Siphonophoren-Fangfäden, fehlt der Stiel ganz. Verzweigte Stiele hat Iwanzoff bei Actinien angetroffen. Mehrere (bis zu sieben) Proximalfortsätze von abgeplattet bandförmiger Gestalt, welche eine Längsstreifung aufweisen und oft terminal zerschliessen sind, hat er an den Nesselzellen von *Carmarina hastata* beobachtet. Diese Fortsätze gehen meist von der Seite, nicht vom unteren Ende, der Nesselzelle ab, was Iwanzoff damit erklärt, dass der Cnidoblast samt der Kapsel tangential im Subepithel liegt ehe er an die Oberfläche gelangt. Warum aber, wenn das so ist, die Stiele der einstieligen Nesselzellen, die in der Jugend doch auch tangential liegen, nicht ebenfalls von der Seite abgehen, sagt Iwanzoff nicht. Auch die von mir (1888) in der Schirmgallerte von *Crambressa* aufgefundenen Nesselzellen haben mehrere, zuweilen ziemlich viele Fortsätze.

Bekanntlich haben seiner Zeit Bedot und Chun eine Querstreifung des Stiels beziehungsweise Mantels bei gewissen Siphonophoren-Nesselzellen beschrieben. Murbach (1893, 1894) hat nun erkannt, dass — bei *Velella* — diese Erscheinung nicht auf einer wahren Querstreifung sondern auf dem Vorhandensein einer engen Spirale beruht, welche den Mantel durchzieht und sich im Stiele nach unten fortsetzt. Am deutlichsten ist die spiralige Natur dieser Bildung an den langgestielten, kleinkapsligen Nesselzellen von *Physalia* zu sehen. Murbach hält die Spirale für einen glatten, den Stiel umwickelnden Muskelfaden, und vergleicht ihn dem Stiele der Ctenophoren-Klebzellen. Spiralig gebogene Stiele hat Viguier (1890) an den Nesselzellen der *Tetraplatia volitans* beobachtet. Iwanzoff (1896a) hat ganz sicher nachgewiesen, dass bei *Velella* ein feiner Spiralfaden von dem, im Mantel enthaltenen Fadenknäul durch den Nesselzellenstiel zur Stützlamelle herabzieht um sich an diese anzuheften. Zuweilen findet man — etwas derartiges hat auch Bedot (1896) gesehen — im Stiele eine glänzende Anschwellung dieses Fadens. Der Faden ist vollkommen homogen und nicht muskulös. Iwanzoff hält ihn für eine — nach Anheftung der explodierten Nesselkapsel an die Beute — wie eine elastische Angelschnur wirkende Harpunenleine, welche der *Velella* einen teilweisen Ersatz für die fehlenden Tentakel bieten soll.

Ueber besondere Ausbildungsformen der Nesselzellenstiele liegen folgende Angaben vor: Allman (1888) sagt, dass an den Enden der vier Mundrohrlappen der Meduse von *Podocoryne carnea* je ein Büschel von „non-contractile filaments" sitzt, von denen jedes an seinem Ende eine Nesselzelle trägt. Nach Chun (1891) durchziehen zwei Fasern, die er für Längsmuskeln hält, den Endfaden von *Stephanophyes superba* der ganzen Länge nach. An diesen sitzen einseitig fiederartige, abwechselnd kürzere und längere Zweige, welche die Nesselzellen tragen: die kürzeren, diejenigen mit stabförmig-cylindrischen, die längeren, diejenigen mit birnförmigen Kapseln. In den Nesselknöpfen sind die Stiele an die gefensterte Membran geheftet. Bei *Forskalea* löst sich nach Schneider (1892) die Stützlamelle des Nesselknopfes in ein Büschel von Stützfasern auf, denen seitlich die Nesselkapseln aufsitzen. Zuweilen ist an diesen Stützfasern eine zickzackförmige Krümmung bemerkbar.

6. Die Kapsel.

Ueber die Form und die Größe der Nesselkapseln liegen zahlreiche Detail-Ausgaben von Nussbaum (1887), Bedot (1888), Schneider (1890), Murbach (1894), Iwanzoff (1896a) u. a. vor. Antipa (1893) hat bei seiner *Capria sturdzii* flaschenförmige Kapseln gefunden. Nach Hickson (1895) sind die (nach Essigsäurebehandlung) abgeschossenen Kapseln von *Alcyonium digitatum* 0.015 mm lang; ruhend sollen sie nicht so groß sein. Nach Iwanzoff (1896a) sind die Nesselkapseln der Scyphomedusen rundlich und klein. Sehr große 1.12 mm lange und 0.12 mm breite Kapseln fand dieser Autor bei *Halistemma rubrum*.

Was die Kapselwand anbelangt, so hat Iwanzoff (1896a) gefunden, dass sie bei den Nematocysten stets viel stärker als bei den Spirocysten ist. Allman (1888), Schneider (1890, 1892), Chapeaux 1892), Murbach (1894) und Iwanzoff (1896a) geben gleichlautend an, dass sie aus zwei über einander liegenden Membranen zusammengesetzt ist. Allman (1888) schildert die äußere Kapselwandschicht als dick und stark, die innere dagegen als zart. Schneider (1890) giebt an, dass sich die äußere Schicht bei den *Hydra*-Nesselzellen nicht über den vorderen (Entladungs-)Pol erstrecke: dort bilde die innere Schichte allein die Kapselwand. Ferner soll nach diesem Autor (1892) bei gewissen Nesselzellen von *Forskalea contorta*, denen der Mantel fehlt, sowie überhaupt bei allen mantellosen Nesselzellen, die äußere Kapselmembran selber kontraktil, muskulös, sein. Nach Murbach (1894) soll die Innenschicht sehr zart und fest mit der äußeren, dickeren Schichte verwachsen sein. Wie schon Schneider angegeben, ist die letztere am Entladungspole unterbrochen. Nach Iwanzoff (1896a) soll dem entgegen die äußere Kapselwandschicht dünner und stärker lichtbrechend als die innere, und die letztere —

wir kommen unten hierauf zurück — für Wasser absolut undurchlässig sein. Gegen Reagentien ist die Kapselwand nach Iwanzoff (1896a) sehr resistent; selbst konzentrierte Schwefelsäure greift sie nur langsam an. Iwanzoff glaubt, dass sie aus Chitin bestehe.

7. Der Faden.

Jede wahre Nesselzelle hat einen Faden, welcher beim Schusse ausgestoßen wird. Die Behauptung der Brüder Hertwig, dass es auch fadenlose Nesselzellen (bei Actinien) gebe, ist von Béranek (1888) widerlegt worden. Die Bildungen, welche Nussbaum (1887) als „abortive Nesselzellen" (bei *Hydra*) beschreibt, und die auch von andren Autoren gefunden worden sind, haben allerdings keinen Faden; sie sind aber auch keine Nesselzellen im wahren Sinne des Wortes. Der Faden der Nematocysten ist stets hohl, dagegen soll nach der Meinung einiger Autoren der Faden der Spirocysten solid sein.

Während Schneider (1890) und Murbach (1894) behauptet haben, dass bei den Nematocysten der Faden eine Fortsetzung der inneren Kapselwandschicht sei, stellt Iwanzoff (1896a) die Ansicht auf, dass er mit der äußeren Kapselwandschicht im Zusammenhang stehe; beim *Cerianthus* sollen nach diesem Autor jedoch beide Kapselwandschichten an dem Aufbaue des Fadens teilnehmen.

Bourne (1887) hat an der Spitze des (vermutlich erst teilweise) hervorgeschossenen Fadens bei *Euphyllia glabrescens* eine Lanzenspitzen-ähnliche Armatur beobachtet. Nussbaum (1887) unterscheidet an dem abgeschossenen Faden der großkapsligen *Hydra*-Nesselzelle basal eine zarte, glatte, weite Röhre von halber Kapsellänge; dann einen kleinen Kegel von viertel Kapsellänge, dessen Basis drei große, nach rückwärts gerichtete Dornen entragen und der weiterhin mit kleinen, kurzen Borsten besetzt ist; und endlich einen dünnen Endfaden von 14—15facher Kapsellänge. Bei den kleinkapsligen Nesselzellen ist der Faden dicker, kürzer und gerade, bei den großkapsligen länger und korkzieherartig gewunden. Nach Béranek (1888) ist der Faden der scheinbar fadenlosen Kapseln der Actinien dornenlos. Jener der andren Kapseln zeichnet sich nach diesem Autor durch eine sehr bedeutende Länge aus. Der Faden der kleinkapsligen Nesselzellen von *Agalma clausii*, dessen Basalstück nicht deutlich abgesetzt ist, soll nach Bedot (1888) nur eine Spirale von Knöpfchen tragen. Der abgeschossene Faden der großkapsligen Nesselzellen dieser Art hat ein weites, fein quergestreiftes, deutlich abgesetztes, mit Büscheln langer schlanker, nach verschiedenen Richtungen abgehender Haare besetztes Basalstück und einen Endfaden, an dem drei Spiralreihen nach rückwärts gerichteter, kleiner Dörnchen zu erkennen sind. Haeckel (1888) zeichnet einen abgeschossenen Nesselfaden von *Stephalia corona* mit nach außen gerichteten starken Dornen am Ende

des glatten Basalstückes und einer doppelten Dorn-Spirale am Endfaden. Ich (1888) habe gefunden, dass sich das Basalstück des Nesselfadens bei *Crambessa* und *Pseudorhiza* plötzlich, bei *Phyllorhiza* aber allmählich zum Endfaden verdünnt. Nach Danielssen (1889) haben die Fäden der Nesselzellen von *Cerianthus borealis* ein Stilet mit nach rückwärts gerichteten Dornen. Agassiz (1889) stellt den hervorgeschossenen Faden der Nematocysten von *Astrangia danae* zum Teil mit spindelförmigem Basalstück, zum Teil ohne solches dar. Bei einigen umgiebt eine einfache, bei andren eine doppelte Spirale von Dörnchen das Basalstück, bei noch andren ist es ganz dornenlos. Bei einigen reicht die Dornenspirale über den Endfaden hinauf, bei andren ist dieser ganz glatt. Nach Viguier (1890) sind die Nesselfäden der *Tetraplatia volitans* ganz glatt und außerordentlich lang. Schneider (1890) giebt folgende Maaße für die Fäden der verschiedenen Nesselzellen von *Hydra fusca*: Nesselzellen mit großen ovalen Kapseln, Faden 0.27 mm lang und 0.001 mm dick; Nesselzellen mit großen zylindrischen Kapseln, Faden 0.15 mm lang und 0.0012 mm dick; Nesselzellen mit kleinen ovalen Kapseln, Faden 0.02 mm lang und 0.001 mm dick; endlich Nesselzellen mit kleinen zylindrischen Kapseln, Faden 0.015 bis 0.02 mm lang und 0.013 mm dick. Die Fäden der ersteren sind nach dem Schusse korkzieherartig gewunden, die Fäden der letzteren gerade. Basal trägt jeder Faden drei nach rückwärts gerichtete Dornen, während sein Endteil mit Spiralen von Dörnchen ausgestattet ist. Die letzteren treten namentlich an den Fäden der kleinkapseligen Nesselzellen deutlich hervor. Eine besonders große Dehnbarkeit hat Schneider (1892) bei den Fadenschläuchen der *Carmarina hastata* konstatiert. Spiraltouren von Dörnchen sind auch von Zoja (1893) an den Nesselfäden von *Umbrellaria aloysii* beobachtet worden. Schneider (1894) giebt an, dass allgemein drei Dornenspiraltouren an den Fäden der Nematocysten vorkommen. Nach Murbach (1894) sind die Fäden der Nesselzellen mit kugligen, sowie auch jene mit kleinen zylindrischen Kapseln, bei den Siphonophoren, mit drei Dörnchen-besetzten, spiraligen Längsrippen ausgestattet, welche nur die Fadenbasis frei lassen. Dagegen ist der Faden der Nesselzellen mit ovalen Kapseln bei *Hydra* und den Siphonophoren ähnlich, wie früher Nussbaum (1887) angegeben, aus drei Abschnitten zusammengesetzt: dem weiten Basalstück, einem konischen Zwischenstück und dem geißelförmigen Endfaden. Doch, wo das Basalstück in das Zwischenstück übergeht, sitzen drei große (am eingestülpten Faden) nach rückwärts gerichtete Dornen. Bei den Siphonophoren-Nesselzellen mit großen, zylindrischen und spindelförmigen Kapseln ist dagegen die distale Hälfte des Basalstückes, des aus den gleichen drei Abschnitten zusammengesetzten Fadens, dicht mit großen, senkrecht abstehenden oder nach hinten gerichteten Borsten besetzt. Nach Hickson (1895)

ist der Nesselfaden von *Alcyonium digitatum* lang, gebrechlich und dornenlos.

Grenacher (1895) bestätigt die Angaben Schneiders (1890) über den Bau der *Hydra*-Nesselfäden. Er meint, dass die am Endfaden erkennbaren Spiraltouren Reihen von Dörnchen vorstellen, die man aber wegen ihrer Kleinheit nicht als solche unterscheiden kann. Iwanzoff (1896a) hat, ebenso wie früher Schneider (s. o.), eine große Dehnbarkeit des Fadenschlauches (beim *Cerianthus*) nachweisen können. Die Nesselfäden der Actinien tragen nach diesem Autor am dickeren Basalstücke drei Dornenspiralen, welche sich in die drei Spiralrippen des dünnen Endteiles fortsetzen. Der Faden der großkapsligen Nesselzellen von *Caryophyllia cyathus* erreicht eine Länge von 0.7 mm. 0.132 mm davon entfallen auf das behaarte Basalstück. Das Basalstück ist am Grunde 0.005, und in der Mitte 0.006 mm; der Endfaden am Grunde 0.004 und am Distalende 0.003 mm dick. Die Nesselfäden der Hydroiden haben drei sehr starke Basaldornen. Bei den Anthozoen werden solche nicht angetroffen. Der Endfaden soll bei *Tubularia larynx* ganz glatt und dornenlos sein. Die Fäden der großkapsligen Nesselzellen von *Carmarina hastata* haben ein distal keulenförmig verbreitertes 0.03 mm langes Basalstück, ein konisches Zwischenstück und einen Endfaden, der etwas mehr als halb so dick, wie das Basalstück ist. Die Gesamtlänge des Fadens beträgt 0.5 mm; der untere Teil des Basalstückes ist glatt, am oberen sieht man drei Dornenspiralen, welche sich in die drei Rippen des dreikantigen Endfadens fortsetzen. Sehr reich an verschiedenen Fadenformen sind nach Iwanzoff (1896a) die Siphonophoren. Bei *Apolemia uvaria* werden nicht weniger als vier angetroffen: Fäden mit breitem, in der Mitte leicht sanduhrförmig eingeschnürtem, lange Dornen tragendem Basalstück und dünnem Endfaden; Fäden mit weitem, drei Spiralen, sehr kurzer Dornen tragendem Basalstück, welches diesen Dornenspiralen entlang eingeschnürt erscheint, und dünnem Endfaden; Fäden, welche kein weiteres Basalstück, dafür aber im proximalen Teile zwei spindelförmige Verdickungen aufweisen; und endlich Fäden, welche ziemlich stark sind und weder ein dickeres Basalstück noch Anschwellungen besitzen. Bei *Agalma* werden außer gewöhnlichen Nesselfäden mit Basalstück und langem Endfaden, von denen drei Arten vorhanden sind, auch solche angetroffen, bei denen der Endfaden zu einem ganz kleinen, dünnen, einer Kralle ähnlichem Gebilde reduziert erscheint, welches dem ungemein großen und breiten Basalstücke terminal aufsitzt. Bei *Praya* erreicht der Faden der großkapsligen Nesselzellen eine Länge von $3^1/_2$ mm; sein Basalstück ist nicht dicker wie sein Endteil, wohl aber sind die Dornen des ersteren länger als die Dornen des letzteren. An den Fäden der großkapsligen Nesselzellen von *Halistemma rubrum* hat Iwanzoff drei gerade Längsreihen sehr

starker, krallenartig zurückgebogener Dornen beobachtet. Die Fäden der großkapsligen Nesselzellen von *Velella* haben drei starke Basaldornen. Auch bei einigen Scyphomedusen-Nesselfäden hat dieser Autor drei Spiralreihen von Dörnchen aufgefunden, welche zuweilen bis gegen das Ende des terminal nur wenig verdünnten Fadens verfolgt werden können. Bei *Cotylorhiza* scheint der Endteil des Fadens jedoch glatt zu sein.

Während der Nematocystenfaden nach dem Schusse nie eingerollt ist, findet Agassiz (1889) den ausgestoßenen Spirocystenfaden bei *Astrangia danae* nicht selten gerade so in einer engen Spirale zusammengewunden, wie in ruhendem Zustande in der Kapsel. Der Spirocystenfaden ist nach Iwanzoff (1896a) stark tingierbar, namentlich gelbliebend, und immer ganz glatt und dornenlos. Abgeschossen erscheint er am Ende leicht stecknadelkopfartig verdickt.

Während Murbach (1894) angiebt, dass der schlauchförmige Nematocystenfaden terminal immer vollkommen geschlossen ist, behauptet Viguier (1890) am Nesselfaden der *Tetraplatia volitans* eine Terminalöffnung beobachtet zu haben. Auch Iwanzoff (1896a) ist der Ansicht, dass die Nematocystenfäden terminal offen sein könnten.

Was nun die Art der Aufrollung des Fadens innerhalb der Kapsel anbelangt, so hat Nussbaum (1887) angegeben, dass bei *Hydra* das Basalstück in der Kapselaxe herabhängt, dass sich die drei großen Dornen am Grunde dieses, auch als Axenstück bezeichneten Fadenbasalstückes zu einem dolchartigen Gebilde zusammenlegen und dass der Endfaden basal in Längswindungen, dann weiterhin in Querwindungen angeordnet, nahe dem Entladungspole der Kapsel endet. Nach Bedot (1888) ist der Endteil des Fadens der großkapsligen Nematocysten von *Agalma clausii* unregelmäßig um das amphoraartige Basal-(Axen-)Stück aufgerollt. Nach Agassiz (1889) bildet der Faden in den Spirocysten der *Astrangia danae* eine einfache, regelmäßige und sehr enge Spirale. Nach Schneider (1890) ist die Art der Aufrollung des Fadens in den verschiedenen Nesselzellenformen der *Hydra* verschieden. Murbach (1894) schließt sich in Bezug auf die Anordnung des Fadens in der Kapsel an jene Meinung von Möbius an, nach welcher der Anfangsteil des Nematocystenendfadens eine Strecke weit in das Basalstück hineinragt, so dass die Schlauchbasis dreifach erscheint. Das Endstück soll bei Nesselfäden mit Basalstück hauptsächlich in Querschlingen angeordnet sein.

Dieser Möbius'schen, nun von Murbach neuerdings ausgesprochenen Ansicht tritt Iwanzoff (1896a) entgegen. Er leugnet das Vorkommen einer derartigen dreifachen Ineinanderschachtlung der Fäden mit Basalstück und zeigt, dass — wenigstens bei den großkapsligen *Agalma*-Nesselzellen und auch bei jenen von *Aiptasia* — nur das kurze, konische Zwischenstück in das Basalstück hineingeschoben ist. An

dem Basalstück des in der Kapsel eingeschlossenen Fadens der großkapsligen *Agalma*-Nesselzellen hat Iwanzoff (1896a) drei vortretende Spiralrippen beobachtet. Er nimmt an, dass der eingerollte Nematocysten-Schlauchfaden transversal so stark zusammengezogen ist, dass er entweder nur ein sehr enges, oder (bei Actinien) gar kein Lumen besitzt.

8. Der amorphe Kapselinhalt.

Die Nesselkapsel ist bekanntlich von einer durchsichtigen und farblosen Substanz ausgefüllt, in welcher der Faden schwimmt. Bei *Hydra* ist diese Substanz nach Nussbaum (1897) tingierbar, jedoch nur so lange der Faden nicht ausgestossen ist: beim Schusse verliert sie die Tingierbarkeit. Bloß bei den kleinkapsligen Nesselzellen (der dritten Art) soll auch nach dem Schusse Osmiumsäure eine Schwärzung des Kapselinhaltes bewirken. Nach Danielssen (1889) soll der Kapselinhalt der Nesselzellen von *Cerianthus borealis* nicht homogen, sondern feinkörnig sein. Für den Nesselkapselinhalt bei *Hydra fusca* behauptet Schneider (1890) dagegen die Homogenität. Nach Antipa (1893) erscheint der Inhalt einiger der Nesselkapseln von *Capria sturdzii* — wohl in Folge von Reagentienwirkung — schwarz. Murbach (1894) ist der Ansicht, dass der Inhalt des, in sich umgestülpten, schlauchförmigen Fadens der Nematocysten klebrig und giftig, die außerhalb des Fadens befindliche Substanz aber nur eine einfache, bloß hydrostatisch wirkende Flüssigkeit sei. Ich möchte mir erlauben hiezu zu bemerken, dass diese Auffassung der früher von mir aufgestellten vollkommen entspricht, was Murbach jedoch zu sagen unterlassen hat. Grenacher (1895) giebt an, dass der Kapselinhalt der *Hydra*-Nesselzellen mit Wasser mischbar sei. Nach Iwanzoff (1896a) ist der Kapselinhalt der Nematocysten eine, mit Anilinfarben tingirbare, gelatinöse und giftige, brennend-ätzend wirkende, ungemein hygroskopische Substanz, welche mit Wasser in Berührung gebracht, plötzlich explosiv, sehr stark aufquillt. Zuweilen sind dichtere (stärker tingierte) Klumpen in dieser Kapselfüllmasse zu unterscheiden. Im Inneren des, in sich selbst zurückgestülpten, schlauchförmigen Fadens soll nichts von dieser Substanz enthalten sein. Bei den Spirocysten, bei denen, wie oben erwähnt, Kapsel und Faden tingierbar sind, bleibt der Kapselinhalt stets ungefärbt.

9. Vorkommen und Anordnung der Nesselzellen.

Von den beiden Hauptarten der Nesselzellen, den Nematocysten und den Spirocysten kommen nach Iwanzoff (1896a) die ersteren bei allen Cnidariern, die letzteren aber nur bei den Anthozoen vor.

Hydra hat bekanntlich drei Arten von Nesselzellen: 1. mit großen ovalen; 2. mit großen cylindrischen; und 3. mit kleinen ovalen Kapseln. Nach Nussbaum (1887) sind die Kapseln der ersteren bei *H.*

grisea 0.02 mm lang und 0.015 mm dick, bei *H. viridis* 0.01 mm lang und 0.007 mm dick und bei *H. fusca* 0.013 mm lang und 0.007 mm dick. Diese Dimensionen sollen aber beträchtlichen Schwankungen unterworfen sein. Nach Schneider (1890) sind bei *H. fusca* die Kapseln der beiden großkapsligen Nesselzellenarten (1 und 2) 0.01 bis 0.015 mm lang, die kleinen ovalen Kapseln der dritten Art 0.005 mm. Nach Nussbaum (1887) kommen bei *Hydra* Nesselzellen in allen Teilen des Ektoderms mit Ausnahme der Fußscheibe vor. Entodermale Nesselzellen giebt es nicht; die Kapseln, die man im Entoderm findet hält Nussbaum, im Einklange mit den Angaben früherer Autoren, für ektodermale, verschluckte. An den Tentakeln kommen auf jedes Muskelfeld ein bis zwei große (der ersten und zweiten Art) und zwölf oder mehr kleine (der dritten Art). Am Körper sind die letzteren weniger zahlreich. Nach Schneider (1890) bilden auf den Tentakeln der *Hydra fusca* acht oder mehr kleinkapslige Nesselzellen einen kreisförmigen Ring um jede großkapslige. Zumeist liegen die Nesselzellen in den Epithelmuskelzellen und zwar in jeder Epithelmuskelzelle der Umgebung des Mundes ein bis zwei, in jeder Epithelmuskelzelle der Tentakel viel mehr, bis zu zwölf. Diese Art der Lagerung soll die Entladung erleichtern. Zoja (1890) giebt an, dass an den *Hydra*-Tentakeln bis zu zwanzig kleinkapslige Nesselzellen (der dritten Art) jede großkapslige Nesselzelle umstehen. Nach Chapeaux (1892) soll besonders die Tentakelspitze reich an Nesselzellen sein, was dieser Autor, der die Nesselzellen für Sinneszellen hält, mit der größeren Empfindlichkeit der Tentakelspitze in Zusammenhang bringt.

Die, durch ihre eigentümliche Vermehrung mittelst Sacculae Knospung, als sehr eigentümliche Form charakterisierte *Haleremita cumulans* besitzt nach Schaudinn (1894) nur eine Art von Nesselzellen. *Pennaria cavolinii* hat nach Iwanzoff (1896a) drei Nesselzellenarten: groß- und kleinkapslige mit dornigem Faden und einige wenige mit glattem Faden. An den Tentakeln von *Carmarina hastata* finden sich nach Iwanzoff (1896a) Ringe von Nesselzellen mit aufrechten Kapseln, unter denen, im Subepithel, andre, Reservenesselzellen, mit tangential orientierten Kapseln liegen.

Nach Viguier (1890) kommen bei *Tetraplatia volitans* zwei Nesselzellenarten vor: solche mit kleinen rundlichen und solche mit größeren, rundlichen oder ovalen Kapseln. Die ersteren finden sich an allen Teilen der Oberfläche, selbst auf der Oberseite der „Flügel". Die letzteren sind nur „sur les bourrelets longitudinaux" zahlreich. Die Nesselzellen stehen zwischen den Epithelzellen, von denen jede mehrere halbkreisförmige Ausschnitte für die Nesselzellen an ihrem Rande hat. Chun (1891) giebt eine sehr detaillierte Beschreibung der Nesselzellen der *Stephanophyes superba*. Am Bande finden sich sieben Längsreihen von Nesselzellen. Die Kapseln jeder Reihe alternieren

mit den Kapseln der Nachbarreihe. Im Ganzen sind im Nesselknopfe etwa 1000 kommaförmige, 0.045 mm lange Batteriekapseln; 44 seitliche, 0.12 mm lange, stabförmige Hauptkapseln; 120 langgestielte, 0.02 mm lange birnförmige Kapseln; und einige 100 kleine, stabförmige 0.022 mm lange Kapseln: Summa summarum etwa 1700 Nesselkapseln vorhanden. Der Nesselknopf von *Ersaea picta* ist nach Chun (1892) jenem von *Stephanophyes superba* ähnlich, enthält aber jederseits bloß 3, selten 4 oder 5 große Hauptkapseln. Schneider (1892) giebt an, dass im Nesselknopfe von *Forskalea contorta* lange schlanke, und dicke kurze Nesselkapseln vorkommen; am Endfaden die ersteren allein. Während die kurzen, dicken normal liegen, sollen umgekehrt die schlanken langen dem Faden mit dem Entladungspole aufsitzen. Nach Bedot (1888) finden sich im Nesselknopfe von *Agalma clausii* 20—50 große Hauptkapseln. Sie stehen dicht gedrängt und sind mit dem Entladungspole dem Bande angeheftet, was aber ihr Spiel nicht beeinträchtigen soll. Nach Iwanzoff (1896a) hat *Agalma* fünf verschiedene Arten von Nesselzellen: solche mit kleinen, kugligen Kapseln und langem geraden Faden; solche mit großen birnförmigen Kapseln und gewundenem Faden; solche mit mittelgroßen, kugligen Kapseln und sehr kurzem Faden, welcher größtenteils aus dem Basalstücke besteht; solche mit gebogenen, zylindrischen Kapseln und gewundenem Faden; und endlich solche mit großen, geraden, dickovalen Kapseln. Bei *Apolemia uvaria* unterscheidet derselbe Autor vier Nesselzellenarten: solche mit großen, kurzovalen Kapseln und sanduhrförmig eingeschnürtem Faden-Basalstück; solche mit länglichovalen Kapseln und spiralzylindrischem Faden-Basalstück; solche mit länglichovalen Kapseln und einem an mehreren Stellen verdickten Faden; und endlich solche mit kleinen kugligen Kapseln und Verdickungs-losem Faden. Ferner behauptet er, dass die Nesselkapseln in den Fangfäden von *Halistemma*, nicht wie Korotneff angegeben hatte mit dem Entladungspole, sondern geradeso wie alle andren, normal mit dem Hinterende angeheftet seien. Sie sind jedoch nicht senkrecht, sondern schief orientiert. *Velella* hat nach Iwanzoff (1896a) zwei Nesselzellenarten: solche mit kleinen, ovalen Kapseln (diese sind selten); und solche mit größeren Kapseln von verschiedenen Dimensionen.

Die Nesselzellen der Scyphomedusen haben nach Iwanzoff (1896a) rundliche und kleine Kapseln. Im Inneren der Schirmgallerte sind von mir (1888) bei *Crambessa mosaica* Nesselzellen aufgefunden worden. Antipa (1893) hat bei *Capria sturdzii* im Inneren eines jeden Randlappens Hohlräume aufgefunden, in denen zahlreiche Nesselzellen vorkommen. Diese, mit der Außenwelt nicht in Verbindung stehende Nesselhöhlen sind als Ektodermeinstülpungen aufzufassen.

Bourne (1887) giebt an, dass in den Stomodeal-Kanälen von *Euphyllia glabrescens* sehr viele Nesselzellen in allen Entwicklungs-

stadien vorkommen. Nach Béranek (1888) sind die sogenannten Randkörper der Actinien nichts andres als Nesselpolster, in denen zwei Nesselzellenarten vorkommen. Die Nesselkapseln dieser Polster sind bei *Actinia equina* größer als die Nesselkapseln der Tentakeln. Nach Danielssen 1889 zeichnet sich *Cerianthus borsalis* durch den Besitz besonders großer Nesselkapseln aus. Nach Agassiz (1889) kommen bei *Astrangia danae* fünf verschiedene Nesselkapselarten vor: dickovale, schlankzylindrische und birnförmige Nematocystkapseln; und schlanke, an einem Ende, oder an beiden Enden zugespitzte Spirocystenkapseln. Bedot (1889) weist nach, dass Spirocysten bei Anthozoen, nicht aber bei Siphonophoren vorkommen. Nach M. Murrich (1890) hat *Cerianthus americānus* zwei Nesselzellenarten. Ihrer großen Variabilität wegen ist es unstatthaft so viele Arten von Nesselzellen, wie Heider u. a. beschrieben haben, zu unterscheiden. Nach Hickson (1895) haben die Nesselzellen des *Alcyonium digitatum* kleine, nur 0.0075 mm lange Kapseln. Sie sind auf die Polypen beschränkt. Nach Iwanzoff (1896a) erreichen die Nesselkapseln von *Caryophyllia* und *Dendrophyllia* eine sehr beträchtliche Größe; bei den Gorgoniden sind sie viel kleiner. Alle Korallenpolypen besitzen sowohl Nematocysten, wie Spirocysten.

Bekanntlich sind auch bei vielen, nicht zu den *Cnidaria* gehörigen Tieren Gebilde gefunden worden, welche den *Cnidaria*-Nesselzellen mehr oder weniger ähneln. Obwohl ich hier, um den ohnedies schon zu bedeutenden Umfang dieses Aufsatzes nicht noch auszudehnen, auf diese, so verschiedenartigen Gebilde nicht näher eingehen will, sei es mir doch gestattet, die folgenden kurzen Bemerkungen über dieselben zu machen. Iwanzoff (1896a) sagt, dass bei der Ctenophore *Euchlora rubra* schlecht entwickelte Nesselkapseln vorkommen. Die von vielen Autoren behauptete Homologie zwischen den Nesselzellen der *Cnidaria* einer-, und den Greif- und Klebezellen der Ctenophoren andrerseits scheint ihm sehr zweifelhaft. Die den Nesselzellen verglichenen Elemente der Turbellarien stammen vom Parenchym und wandern von hier in die Haut ein. Die Nesselzellen der Dorsalwarzen der Aeoliden ähneln den Nesselzellen der *Cnidaria*, unterscheiden sich von ihnen aber dadurch, dass sie mehr als eine Kapsel enthalten. Nach Bedot (1896) kommen bei *Aeolis farrani* sogar viele Kapseln von verschiedener Größe in einer Nesselzelle vor, welche nicht verschiedene Entwicklungsstadien einer und derselben Kapselform, sondern verschiedene Kapselarten zu sein scheinen. Bei *Coryphella landsburgi* kommen nach diesem Autor in einer Nesselzelle zwei verschiedene Kapselarten vor. Alle diese sind Nematocystenartig. Nur bei *Pleurophyllidia lineata* hat er auch spirocystenartige Bildungen angetroffen. In Bezug auf die älteren Angaben von Troschel und Joubin, nach denen bei *Tremoctopus microstoma* Nesselzellen vorkommen

sollten, bemerkt Bedot (1896), dass das von den genannten Autoren als Organ des Cephalopoden beschriebene Gebilde nichts andres als ein Medusententakelstück wäre, welches der *Tremoctopus* festhält und vielleicht als Waffe benützt.

(2. Stück folgt.)

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. S. Popoff.

Einleitung.

Als wir im Jahre 1892 zur Untersuchung über die Histogenese der Kleinhirnrinde schritten, hatten wir in der Litteratur über diese Frage noch sehr dürftige Daten; im größten Teile der Fälle begegneten wir detaillierten Beobachtungen über die morphologische Entwicklung des Kleinhirns; die Histogenese aber nahm bei einigen Autoren, so zu sagen, nur eine untergeordnete Stellung ein. Lahousse war der Erste, der in seiner großen und umfangreichen Arbeit wie der Morphologie so auch der histogenetischen Entwicklung des Kleinhirns die nötige Aufmerksamkeit schenkte. In dem Maße, wie unsere Untersuchungen vorschritten, erschienen über diese Frage einige sehr wertvolle Arbeiten, unter denen nur die aus dem anatomischen Institute in Zürich erschienene Arbeit Alfred Schaper's ein abgerundetes Ganze vorstellte; man kann noch hierher die weniger ausführliche Arbeit Stefani's und Bellogni's über die Histogenese der Kleinhirnrinde der Vögel rechnen. Die anderen Arbeiten, wie Ramon y Cajal's, Ernst Lugaro's, Retzius, van Gehuchten's u. A. berührten gewöhnlich histogenetische Erscheinungen des einen oder des anderen Teiles der Rinde, in einem oder zwei nacheinanderfolgenden Perioden, in den Grenzen vom Momente der Geburt und 1—2 Wochen nach der Geburt der Frucht.

In letzter Zeit wurde allmählich, Dank den kapitalen Arbeiten His', immer mehr und mehr klarer die Lehre von der primären Nervenzelle (Neuroblast), von der primären Nervenfaser u. s. w. Es ist selbstverständlich, dass das Interesse für embryologische Untersuchungen besonders wuchs, als eine ganze Reihe wundervoller Arbeiten auf eine glänzende Weise die Grundsätze der neuen Lehre His' bestätigten.

Andererseits bereicherten sich unsere Kenntnisse bedeutend, Dank der Methode Golgi's, und in einigen Fällen änderten sich unsere Ansichten über die anatomische Form der erwachsenen Nervenzelle und ihrer Adnexa, über den Bau ganzer Abschnitte des centralen Nervensystems; die Lehre von der gegenseitigen Beziehung der Zellen zu einander fasste immer mehr und mehr festen Fuß, — mit einem Worte die Erfindungen, die durch diese Methode, wie z. B. von Ramon y

Cajal gemacht wurden, waren derart vielseitig, unerwartet und neu, dass sie anfangs mit großem Misstrauen aufgenommen wurden, bis Kölliker, wie van Gehuchten berichtet, durch seine Autorität diesem Misstrauen ein Ende machte, indem er die Untersuchungen des obengenannten Gelehrten völlig bestätigte. Ramon y Cajal, van Gehuchten, Kölliker, Lenhossek, Retzius, Golgi, Fusari und viele andere bereicherten derart die Litteratur mit neuen und interessanten Beobachtungen über die histologische Anatomie des Centralnervensystems, dass man geradezu über diese fieberhafte und gleichzeitig produktive Thätigkeit dieser Gelehrten staunen muss. Bei diesem großen Interesse für die verschiedenen histogenetischen und anatomischen Fragen, ist es ganz selbstverständlich, dass man auch der Kleinhirnrinde die nötige Aufmerksamkeit schenkte, welche sie wohl in der That wegen der außerordentlichen Kompliziertheit ihrer Struktur verdient.

Da ja nach der Methode Golgi's die markhaltigen Fasern sich nicht imprägnieren lassen sondern bloß die marklosen, so mussten die Forscher, insbesondere Ramon y Cajal, zum vollständigen Studium der Rindenstruktur sich des Kleinhirns neugeborner Tiere oder auch sehr junger (ein bis zwei Wochen nach der Geburt) bedienen: dabei stießen sie auf verschiedene Erscheinungen des embryonalen Lebens der jungen Nerven- oder Neurogliazelle, was sie auch zugleich mit den anatomischen Daten beschrieben.

Auf diese Weise stoßen wir zum ersten Male auf histologische Andeutungen, die durch die Methode Golgi's gefunden wurden. Wie kurz jedoch dieselben auch sind, so sind sie dennoch sehr wertvoll, da sie uns zweifelsohne zur besseren Erklärung dieser oder jener Erscheinung verhelfen.

In den letzten 4—5 Jahren erschienen so viele Arbeiten über die Histogenese des Rückenmarks, dass wir in der Gegenwart dieses Studium für beendet erklären können. In unseren Untersuchungen begegneten wir häufig völlig identischen Fakten, die von Anderen im Rückenmark beschrieben wurden. Eine solche Identität der Erscheinungen bezog sich hauptsächlich auf die Anfangsbildung der Nerven- oder Neurogliaelemente, auf die Verteilungen der Schichten u. s. w. Wir halten es für nötig, ein jedes Mal auf diese Fakta hinzuweisen, da sie unbedingt von großem embryologischen Interesse sind. Es giebt in der Litteratur nach der Methode Golgi's noch keine Arbeiten, die sich auf die histogenetischen Erscheinungen in der Kleinhirnrinde bei Embryonen während ihres intrauterinen Lebens beziehen, daher ist's ganz natürlich, dass Untersuchungen nach dieser Richtung hin (nach der Methode Golgi's) völlig zeitgemäß erscheinen.

Alfred Schaper, der bei seinen Untersuchungen sich anderer Färbemethoden bediente, kommt zu sehr interessanten und positiven

Daten; wir können jedoch nicht unerwähnt lassen, dass häufig seine Schlüsse einen mehr allgemeinen Charakter tragen und Details der Frage nicht umfassen. Die Methode Golgi's hat vor anderen den Vorzug, dass sie einerseits die durch andere Methoden gewonnenen Daten bestätigt und ergänzt, andererseits viele neue Erscheinungen offenbart, die wir durch andere Färbebedingungen nicht erreichen können. Wie wir weiter ersehen, so machen wir uns mit Hilfe dieser Methode mit den wahren Formen der jungen Zelle bekannt, wir verfolgen die Veränderungen ihrer Konturen nach Maß ihrer Differenzierung, verfolgen das Wachstum der photoplasmatischen — und Nervenfortsätze, beobachten die Lage der jungen Zelle in Bezug auf die Umgebung und das Entstehen neuer Elemente etc. Wir ließen uns jedoch von den Verdiensten dieser Methode nicht hinreißen und erachteten es für notwendig, unsere Objekte auch nach anderen Methoden zu färben, damit unsere Schlüsse basierend auf parallele Beobachtungen, in ihrer Beweiskraft wo möglich viel gewinnen sollen. Zu diesem Zwecke gleichfalls nahmen wir für unsere Untersuchungen Embryonen verschiedener Tiere: Katzen, Hunde, Meerschweinchen, Schafe, Vögel u. andere.

Ein eigentümliches und sonderbares Faktum, auf welches wir im Laufe unserer Arbeit stießen, mögen wir noch erwähnen; so bald wir nämlich nach der Methode Golgi's das Kleinhirn mit seinen anliegenden Teilen, wie das verlängerte Mark, Vierhügel mit Silber imprägnierten, so überzeugten wir uns öfter, dass die letzteren sehr leicht die Farbe aufnehmen; das Kleinhirn aber bleibt unimprägniert. Wir schrieben dieses irgend welchen Zufälligkeiten, die unserer Aufmerksamkeit entgingen, zu, bis Alfred Schaper in seiner Abhandlung auf dieselbe Erscheinung hinwies: „die Elemente des Kleinhirns reagieren sonderbarerweise nicht in derselben Art, wie die des Rückenmarks" und in Folge dessen, sagt er, wird die Untersuchung, wegen der großen Kompliziertheit der embryonalen Erscheinungen im Kleinhirn, bedeutend erschwert. Es ist sehr schwierig, eine befriedigende Erklärung für dieses Faktum zu finden; wenn das Eindringen eines Farbstoffes in ein gewisses Gewebe abhängig von dem Chemismus des letzteren ist, so muss man, was wenig wahrscheinlich ist, annehmen, dass der Chemismus des Gehirngewebes in seinen verschiedenen Teilen verschieden ist. Wie dem auch sei, dieses Faktum bleibt bestehen; wir müssen noch hinzufügen, dass eine solche ungleichmäßige Empfänglichkeit der verschiedenen Teile des Centralnervensystems nicht nur im embryonalen Zustande beobachtet wird, sondern auch bei Erwachsenen, so z. B. erhielten wir fast immer beim Frosche prachtvolle Abbildungen der Histologie des Vierhügels, bestimmter Abschnitte des verlängerten Markes, befriedigende Präparate aber der Kleinhirnrinde beim Frosche zu erhalten, kostete uns viel Mühe. Dasselbe

beobachteten wir auch nur in geringerem Grade bei Fischen und Vögeln.

Vorligende Untersuchung ist im histologischen Laboratorium der Moskauer Universität unter der Leitung des hochverehrten Professors J. F. Ognew ausgeführt. Es sei mir gestattet, ihm an dieser Stelle meinen innigsten Dank auszusprechen sowohl für das Thema als auch für die bereitwilligst erteilten Ratschläge bei Ausführung meiner Arbeit.

Litteratur.

Die Litteratur über die Histogenese der Kleinhirnrinde ist ziemlich arm. Die Arbeiten, die in den siebziger und achtziger Jahren erschienen, sind keine Spezialarbeiten, die ausschließlich dieser Frage gewidmet sind. Die Untersuchungen Vignal's beschränken sich auf zwei oder drei Perioden der Entwicklung der Kleinhirnrinde beim Mensch-Embryo, wobei ihm als jüngstes Objekt ein 5 Monate alter Embryo diente. Was Loewe [32] betrifft, so erwähnt er in seiner umfangreichen Arbeit nur beiläufig die Histogenese des Kleinhirns und richtet seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die morphologische Entwicklung dieses Organs. Die Beobachtungen Lübimoff's [27] sind umfassender und interessanter für uns; er beschreibt nämlich genau die histologische Struktur der Rinde der Embryonen, verfolgt die Entstehung einer jeden Rindenschicht, doch wie die Entstehung der Schichten vor sich geht, wie die Nervenzelle entsteht, wie sie wächst — dabei hält er sich wenig auf. Mehr ausführliche Beobachtungen über diese Frage hat, wie wir auch in der Einleitung erwähnten, Lahousse angestellt, der seine Arbeit im Jahre 1888 publizierte. Er verfolgte in streng aufeinanderfolgender Ordnung sehr aufmerksam die allmählichen morphologischen Veränderungen des Organs und gleichzeitig auch die Histogenese der Kleinhirnrinde, wobei er mit den frühesten Perioden begann und mit dem vollständig entwickelten Kleinhirn endete.

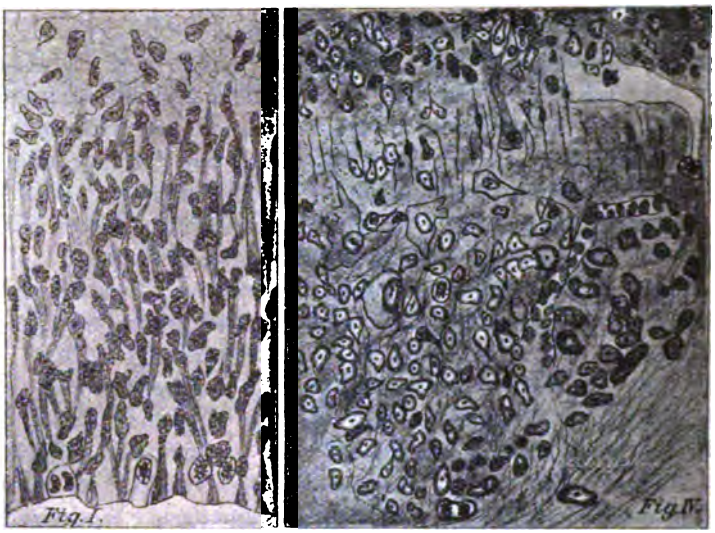
Die Arbeiten, die in den letzten 3—4 Jahren erschienen und ausschließlich der Histogenese der Kleinhirnrinde gewidmet sind, haben ein großes wissenschaftliches Interesse. Von diesem ist die Alf. Schaper's [55] die inhaltreichste, da sie die Histogenese der Kleinhirnrinde im Verlaufe des ganzen uterinen Lebens des Embryo beobachtet; die Arbeiten Bellogni's und Stefani's [2] besprechen dasselbe bei Vögeln. Darauf folgt noch eine ganze Reihe von Arbeiten nach der Methode Golgi's: Ramon y Cajal [40, 44, 42], van Gehuchten [2], Kölliker [25], Retzius [51] trugen in vieler Beziehung zum Verständnis des anatomischen Baues der Kleinhirnrinde und einiger histogenetischer Erscheinungen, die die Perioden von der Geburt der Frucht betreffen, bei. Die Arbeiten Ernst Lugaro's [30] sind ausschließlich der Histogenese der Körnerschicht der Kleinhirnrinde gewidmet.

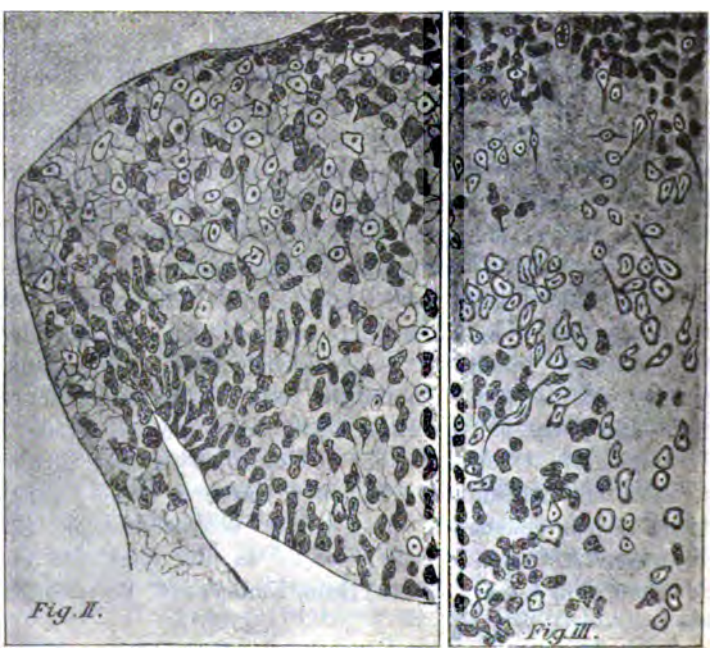
Katzen-Embryo von 1—1¹/₄ cm Länge.

Zum klaren Verständnis der histogenetischen Prozesse der Kleinhirnrinde in den Anfangsstadien ihrer Entwicklung, müssen wir unser Augenmerk auf unsere in Herman'scher Flüssigkeit fixierten und mit Safranin gefärbten Objekte richten, da die Methode Golgi's für dieses Alter wenig tauglich ist. — Die früheste Periode der Entwicklung, welche wir schildern konnten, gehört dem Katzen-Embryo von 1—1¹/₄ cm; er entspricht der ersten Periode in den Untersuchungen Alf. Schaper's (Forellen-Embryo) wie auch in den Untersuchungen von Lahousse (Huhn-Embryo zwischen 3—4 Bebrütungstage). Das Kleinhirn hat das Aussehen einer dünnen bogenförmigen Platte (Lamelle cerebelleuse Lahousse, Kleinhirnlamelle — Michalkowiccz), die sich durch Verdickung des dorsalen Teiles der vierten Hirnblase gebildet hat. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Sagittaldurchschnittes der Kleinhirnplatte unterscheiden wir drei Schichten[1]): eine innere, mittlere und äußere (Siehe Abbild. I). Die innere Schicht (couche mère Lahousse; Keimschicht His) besteht aus einer Reihe nebeneinander gelegener Zellen, mit großen ovalen oder unregelmäßig geformten Kernen, die sich im Zustande thätiger Mithose befinden; an ihnen sehen wir verschiedene Phasen karyokinetischer Figuren: Kerne teils geteilt, teils auf dem Wege der Teilung. Die Flächen der Zellteilung liegen in verschiedenen Richtungen, was wir auch auf Transversal- und Sagittaldurchschnitten von Huhn-Embryonen beobachteten. Die Form der Zellen ist eine ovale oder runde; das Protoplasma besteht aus einer homogenen, sehr blassen Substanz, in Folge dessen treten die deutlich gefärbten karyokinetischen Figuren der Kerne auf dem hellen Fond sehr en relief hervor. In den Zwischenräumen dieser Zellen ist eine Menge längsgelegener Streifen sichtbar, die eine Fortsetzung der Zellenforsätze der mittleren Schicht bilden und am inneren Rande der Kleinhirnplatte mit konischen Erweiterungen endigen. Eine ununterbrochene Reihe solcher, sehr häufig mit einander verklebter Endigungen bildet die innere Grenzmembran (Membrana limitans interna). Wir müssen auch auf ein von Lahousse schon erwähntes Factum hinweisen: bei den Huhn-Embryonen nämlich ist die ganze innere, ventriculäre Oberfläche der Kleinhirnplatte mit zarten und dünnen, sehr nahe aneinander gelegenen Härchen besäet, einige von diesen sind leicht gekrümmt. Lahousse beobachtete sie bei Embryonen in der frühesten Periode, wir — in der folgenden Periode, d. h. zwischen dem 4.—5. Tage bei Huhn-Embryonen. Bei dem Katzen-

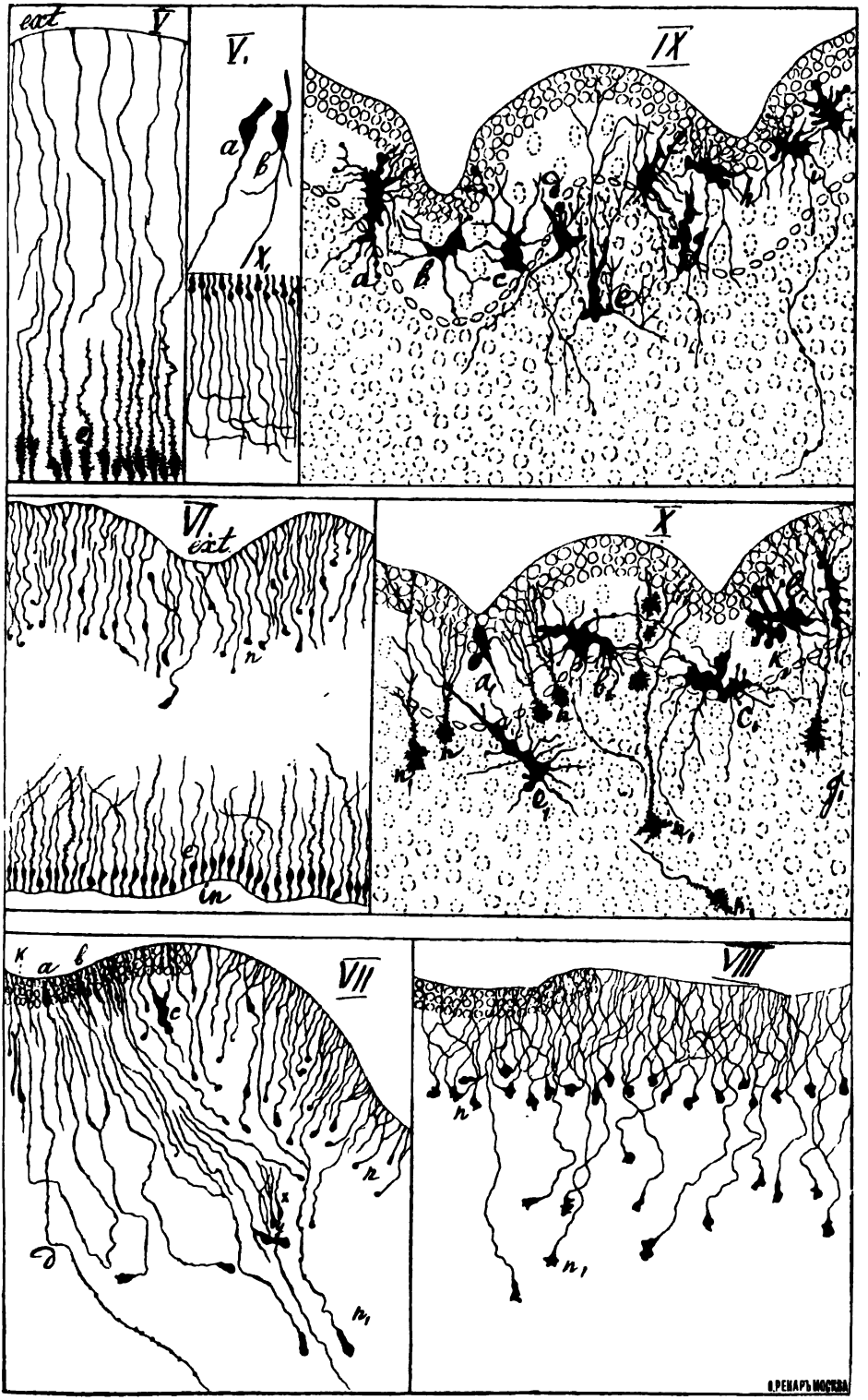
1) Es ist selbstverständlich, dass wir uns einer solchen Unterabteilung in Schichten der bequemeren Beschreibung wegen bedienen; thatsächlich nehmen die Elemente einer jeden Schicht Anteil in der Bildung auch der beiden anderen Schichten.

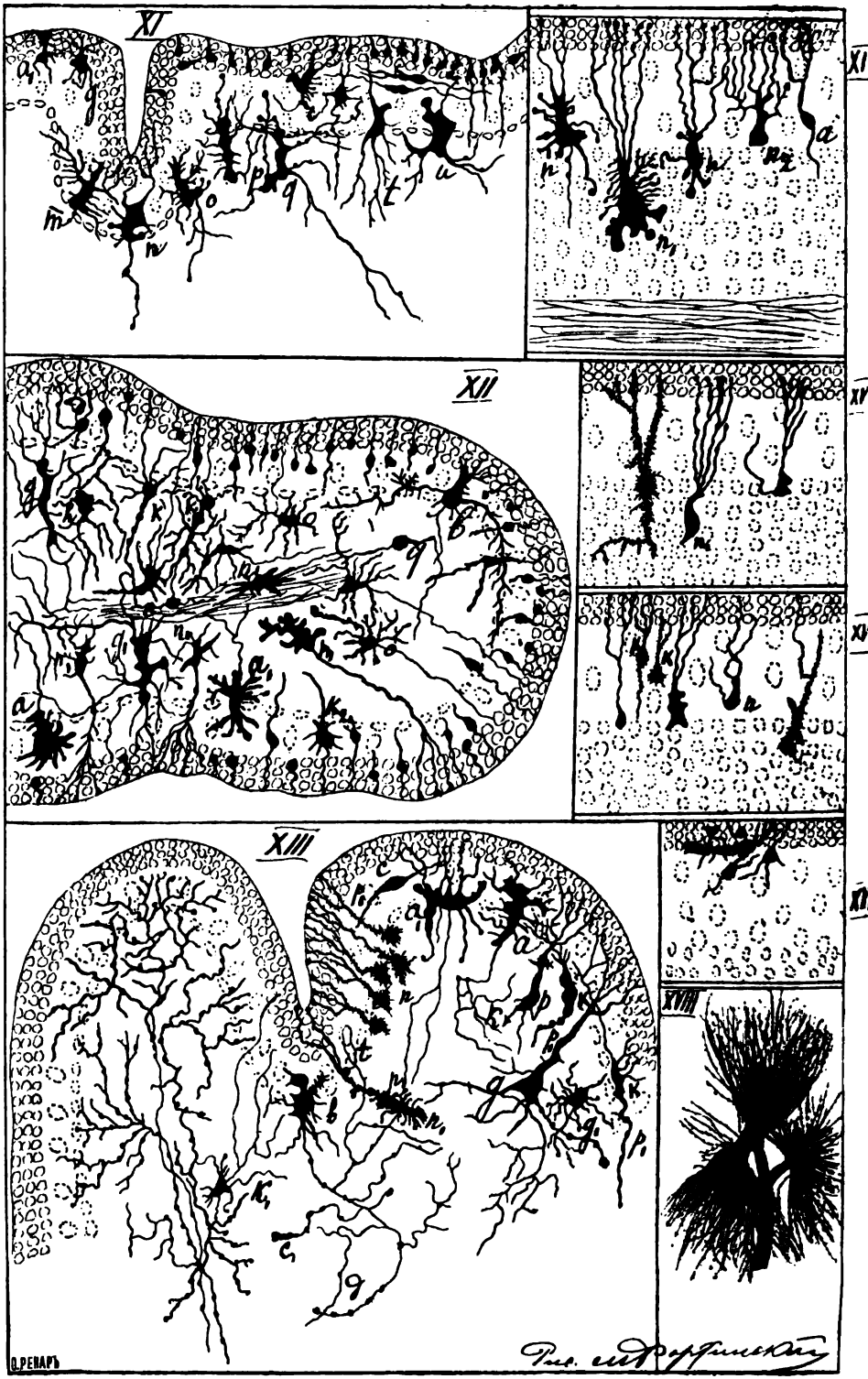
Embryo beobachteten wir sehr deutlich diese Schicht (cuticula interna Lahousse) ebenfalls in der folgenden Periode auf den nach der Methode Golgi's ausgeführten Präparaten.



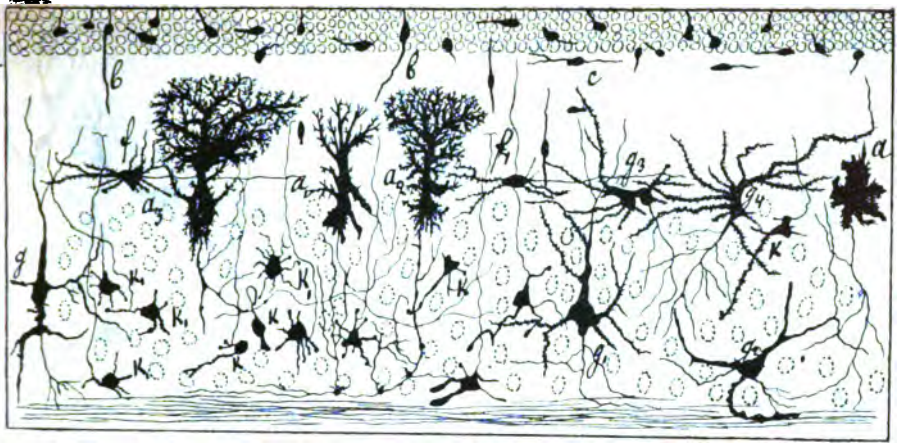


Die folgende mittlere Schicht (Kerzone His), die breiteste von allen drei Schichten — wird von einigen Reihen spindelförmiger Zellen gebildet, die mit ihrem Längsdurchmesser hauptsächlich in radiärer

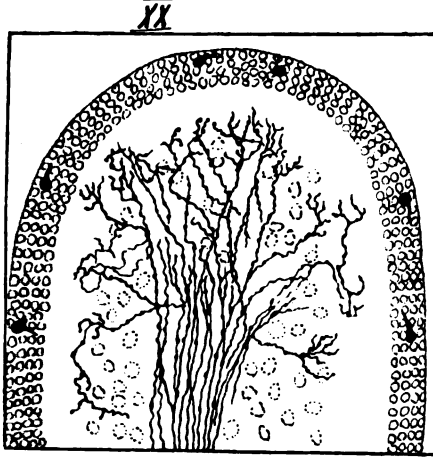

ext
V
V.
a
b
X.
IX
a
b
c
VI
ext
n
in
X
a
b
c
VII
a
b
c
n
n1
VIII
n
n1
О. РЕНАРЪ МОСКВА


XI
XII
XII
XIII
XIV
XVI
XVII
XVIII
O. РЕНАРЪ

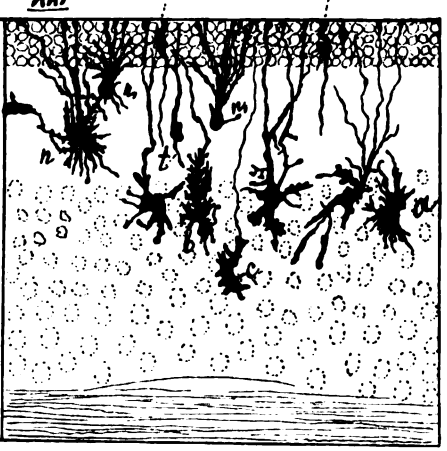
XIX



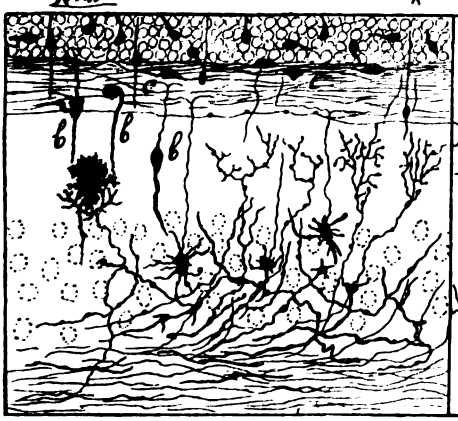
XX



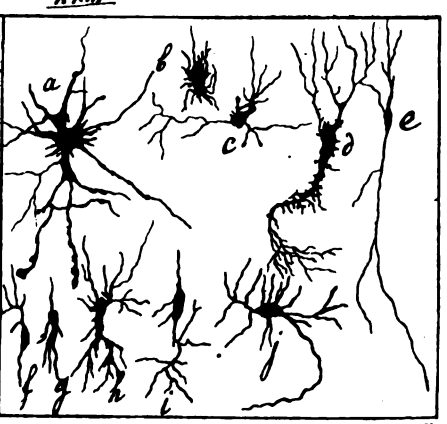
XXI



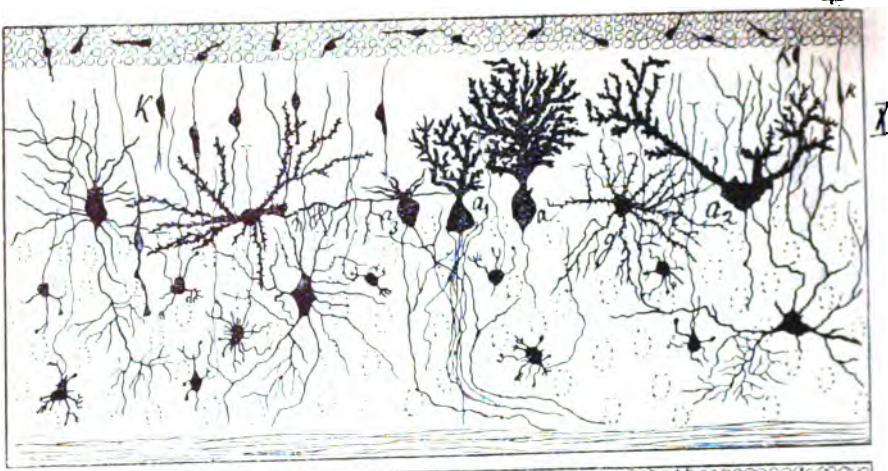
XXII



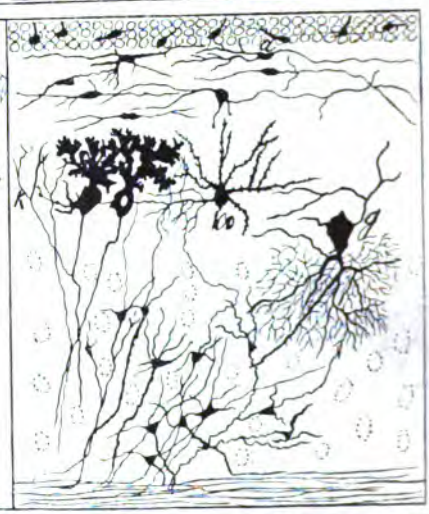
XXIII



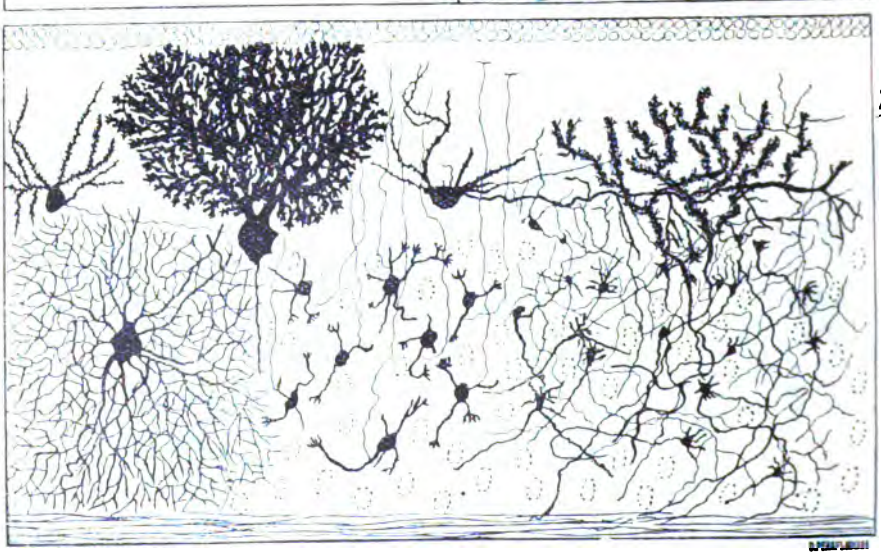
О.РЕНАРЪ



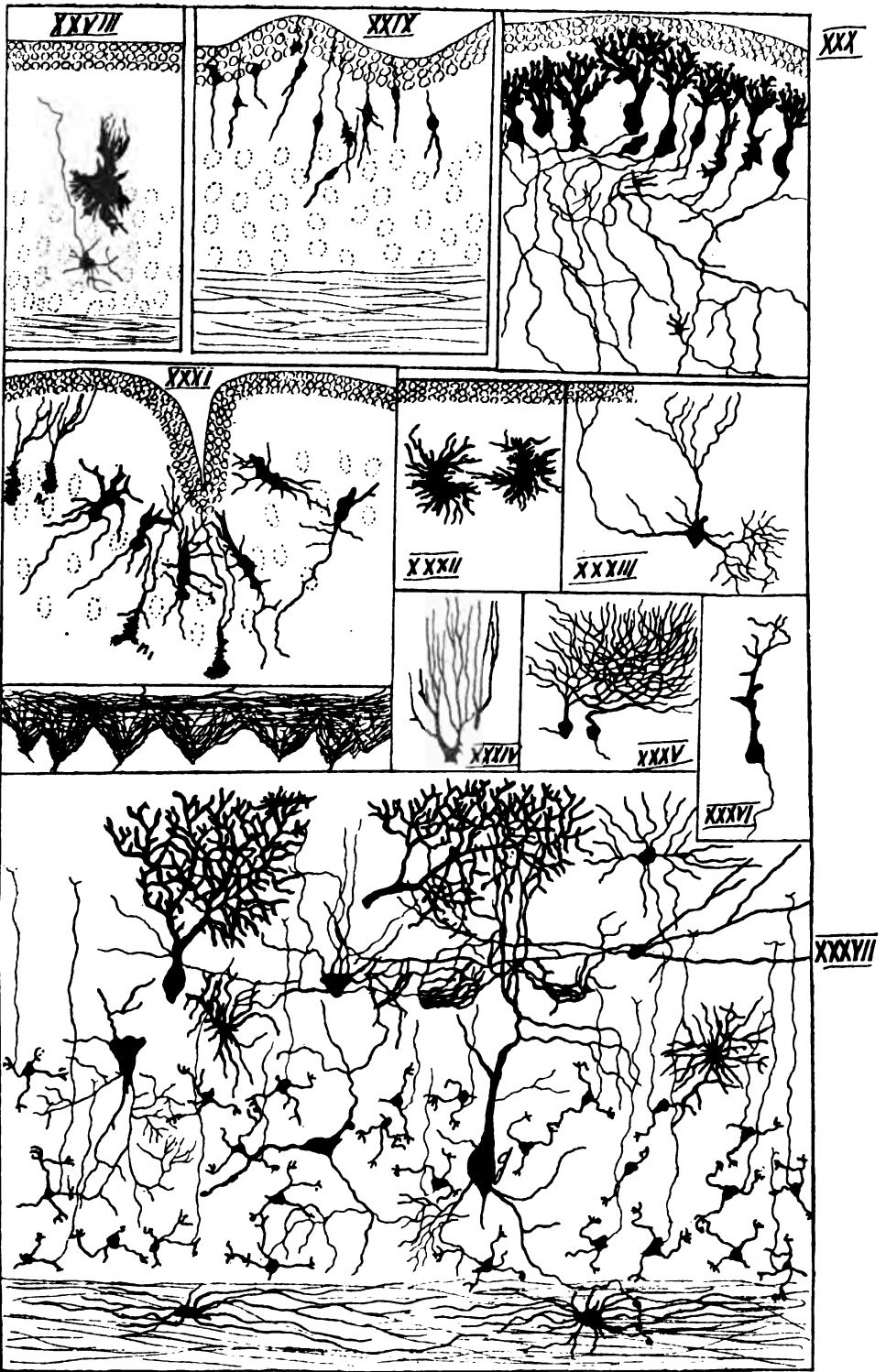
XXIV



XXVI



XXVII


XXVIII
XXIX
XXX
XXXI
XXXII
XXXIII
XXXIV
XXXV
XXXVI
XXXVII
XXXVIII

О.РЕПАРЪ

Richtung gelegen sind. Die vorherrschende Form ihrer Kerne ist die länglich-ovale, man begegnet auch unregelmäßigen Formen; sie unterscheiden sich von den Kernen der vorhergehenden Schicht dadurch, dass sie keine karyokinetischen Figuren enthalten, schwächer Farbe aufnehmen und sehr reich an Chromatinsubstanz sind. In einigen Kernen sind ein oder mehrere runde oder stäbchenförmige Kernchen sichtbar. An beiden Polen der vertikalen Durchmesser des Kernes verlängert sich das Protoplasma in lange Fortsätze, von denen die der inneren Schicht am nächsten gelegene, nachdem sie zwischen den Zellen der Keimschicht verlaufen sind, an der Bildung der M. limitans interna teilnehmen. Wie aus der Abbild. I ersichtlich, breiten sich viele Fortsätze, sobald sie bis zur inneren Peripherie kommen, fächerförmig aus und, indem sie sich mit denselben Endigungen der Nachbarfortsätze vereinigen, bilden sie häufig bogenförmige Räume, in welchen die Keimzellen gelegen sind.

Was das Protoplasma anbelangt, so bezeichnet es Loewe als homogen, Schaper als körnig, Lahousse als fibrillär; das Protoplasma analoger Elemente (Spongioblasten) in dem sich entwickelnden Rückenmarke hat nach His ebenfalls eine fibrilläre Streifung. Von den Seiten des Kernes ist das Protoplasma bis zum Minimum verdünnt. Auf unseren in Herman'scher Flüssigkeit fixirten und mit Safranin gefärbten Objekten hat das Protoplasma das Aussehen einer homogenen, sehr blassen Substanz; in den Stellen, wo sie sich zur Bildung der M. limitans interna erweitert, kann man bei aufmerksamer Beobachtung eine sehr zarte Streifung in der Längsrichtung bemerken. Auf den Zupfpräparaten hat das Protoplasma ebenfalls das Aussehen einer homogenen Substanz, in welcher hier und da feinste Körnchen eingelagert sind. Seitenfortsätze senden diese Zellen nicht aus. Lahousse behauptet aber, dass es ihm stets gelang, in den in Chromsäurelösung oder in Flemming'scher Flüssigkeit gehärteten Schnitten diese Seitenfortsätze zu sehen, die sich mit denselben Fortsätzen der Nachbarzellen vereinigten, und da er in diesen Zellen (Neuroglie embryonnaire) die zukünftigen Nerven- und Neurogliazellen sieht, so zieht er daraus den Schluss, dass die Nervenzelle mit ihren Fortsätzen und die Neurogliazelle in dem erwachsenen Organismus ein unzertrennbares Ganze vorstellen müssen.

Wir können uns keineswegs mit den Schlüssen des Autors einverstanden erklären, da das Studium der mit Silber imprägnierten Präparate uns zeigt, dass die jungen Neurogliazellen überhaupt keine Seitenfortsätze aussenden, sondern nur ein oder zwei Fortsätze in die Richtung des Verticaldurchmessers des Kerns haben; außerdem dass die Fortsätze der Nachbarzellen sich untereinander verflechten, aber nicht ineinander übergehen. Die größte Breite dieser Schicht entspricht den vorderen Teilen der Kleinhirnplatte; nach hinten verkleinert sie

sich, so dass in der Nähe des Velum medullare posterius diese Schicht bloß aus 1—2 Zellenreihen besteht.

Die dritte — äußere Schicht ist viel enger als die vorhergehende, sie nimmt den ganzen Raum bis zur äußeren Oberfläche des Kleinhirns ein; die sie bildenden Zellen haben völlig dieselbe innere Struktur, wie die soeben angeführten — der mittleren Schicht; sie sind nur im Umfange ein wenig kleiner und leicht verlängert. Sie liegen weiter von einander entfernt als die Zellen der mittleren Schicht, und wenn man ordentlich die Abbildung betrachtet, so sieht man, dass der größte Teil der Zellen aus einen oder beiden Polen mehr oder weniger lange Fortsätze absendete. Eine völlig analoge Schicht beobachtete His in den Anfangsperioden des sich entwickelnden Rückenmarks und nannte sie „Randschleier"; Minot [36] nennt sie ebenfalls äußere Neurogliaschicht.

His ist der Meinung, dass die Zellenfortsätze in der Nähe der äußeren Oberfläche Seitenzweige aussenden; einige von den Fortsätzen vereinigen sich nach der Ansicht desselben Autors miteinander und bilden ein zartes Netz, ähnlich dem auf unserer Abbildung. Die Bedeutung dieser Schicht im Rückenmark besteht nach His in der Bildung des lokalen Stützgewebes der zukünftigen weißen Substanz. Interessant ist die Meinung Lahousse's über die Entstehung dieser Schicht: wir wissen nämlich, dass die Kleinhirnplatte die Form eines Bogens hat, mit der Konvexität nach außen, und es ist daher verständlich, dass in Folge dieser Form die äußeren Schichten bei weitem umfangreicher als die inneren sein müssen. Die sich in den letzteren aus der Keimschicht (couche-mère) auf dem Wege der indirekten Teilung bildenden Zellen, drängen sich nach außen, wo sie einen größeren Raum finden, lagern sich freier, d. h. nicht so dicht; ihre Fortsätze aber verzweigen sich und bilden ein zartes Fasernetz. Diese Zellen sind nach der Meinung Lahousse's völlig analog denen der mittleren Schicht (Neuroglie embryonnaire), nur unterwarfen sie sich einer leichten Differenzierung in dem Sinne, dass ihre von den Fortsätzen gebildeten Schlingen breiter und offener sind (se sont ouvertes et élargies). Diese Schicht ist auch in der folgenden Periode, in welcher es uns gelang, sie nach der Methode Golgi's zu färben. Auf diesen Präparaten ist sehr deutlich die gegenseitigen Beziehungen sowohl der Zellen als auch ihrer Fortsätze unter einander zu sehen und daher werden wir unser Urteil über diese Schicht dann äußeren, wenn wir parallele, sowohl nach der Methode Golgi's als auch mit Herman'scher Flüssigheit bearbeiteten Objekte vergleichen werden.

Entsprechende frühe Perioden beobachteten wir auch bei Schaf- ($1^1/_2$—2 cm) und Huhn-Embryonen. Die die Schichten bildenden Zellen sind in ihrem äußeren Aussehen, in ihrer Lage, in ihrer gegenseitigen Beziehung zu einander, in der Richtung ihrer Fortsätze — mit einem

Worte in allen Beziehungen völlig analog dem soeben von uns über den Katzen-Embryo Gesagten. Beim Vergleich unserer Beobachtungen mit denen His's, müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass in den frühen Perioden die Entwicklung des Kleinhirns und die des Rückenmarks sehr ähnlich ist.

Katzen-Embryo von 3 cm Länge.

Mit der weiteren Entwicklung des Kleinhirns ändert sich auch merklich das histologische Bild. Wir sehen nämlich bei dem Katzen-Embryo von 3 cm längs der inneren Peripherie der Kleinhirnplatte in einer Reihe gelegene, den von uns früher in der mittleren Schicht beschriebenen völlig analoge Zellen; das Protoplasma ist ebenfalls an beiden Polen in konische Fortsätze verlängert. Das äußere Aussehen der Zellen, die Form ihrer Kerne wie auch die Anwesenheit stäbchenförmiger Kernchen — spricht für die Identität dieser Zellen mit denen der mittleren Schicht. Eine Keimschicht — als eine Reihe großer Zellen im Zustande der Teilung — existiert in dieser Periode nicht, sondern hier und da begegnen wir an der inneren Peripherie zerstreuten Kernen mit karyokinetischen Figuren als Ueberreste der verschwindenden Keimschicht[1]).

Gehen wir weiter nach außen, so sehen wir die radiäre Lagerung der Zellen der mittleren Schicht, welche wir der vorhergehenden Periode beobachteten, nur in der Nähe des Velum medullare posterius auf einem beschränkten Raume ausgesprochen; in den anderen Teilen aber sind die Zellen ohne jede bestimmte Ordnung mitten in einem zarten Fasernnetze, ähnlich dem von uns in der äußeren Schicht beim Katzen-Embryo von 1—1¹/₄ cm beobachteten, zerstreut. Die geringen Veränderungen, die in diesen Zellen vorgingen, bestehen darin, dass sie sich schwächer als früher färben und die Körnigkeit im Kerne weniger und zarter angedeutet ist. Das Netz, in welchem diese Zellen eingelagert sind, wird, wie uns die entsprechenden, mit Silber imprägnierten Präparate lehren, auf Kosten der zahlreichen und stark verwickelten Fortsätze dieser Zellen gebildet.

Außer dem von uns soeben Beschriebenen sehen wir mitten in den Zellen der mittleren Schicht zerstreute neue Elemente, die wir bisher nicht beobachtet haben. Es sind rundlich-ovale Kerne, mit einem runden, nicht großen, im Centrum des Kernes gelegenen Kernchen; die sehr feinen Chromatinkörner sind mehr an die Peripherie gerückt, so dass der Kern im Centrum heller als außen erscheint. — Protoplasma um den Kern konnten wir nicht bemerken. Diesen Elementen begegnen wir überall, von den inneren bis zu den mehr äußeren Teilen, in der Kleinhirnplatte.

1) Die Stelle des Präparates, welche wir für unsere Abbildungen wählten, besaß keine karyokinetischen Figuren.

Beim Schaf-Embryo von 3 cm und beim Huhn-Embryo zwischen dem 4.—6. Bebrütungstage (III. Stadium nach Lahousse) [26] beobachteten wir in der Kleinhirnplatte völlig dieselben Elemente, die wir beim Katzen-Embryo von 3 cm beschrieben haben. Auf einen Umstand müssen wir eben hinweisen: die Elemente der Keimschicht mit karyokinetischen Figuren begegnen wir nämlich häufiger beim Schaf- als Katzen-Embryo und am häufigsten beim Huhn-Embryo.

Bevor wir in unserer Auseinandersetzung weiter gehen, wollen wir das wesentliche der histogenetischen Prozesse, die wir in den beiden von uns beschriebenen Perioden der Kleinhirnentwicklung beobachteten, zu erklären suchen.

Das von uns bisher beschriebene histologische Bild stimmt in Vielem mit den Beobachtungen Alfred Schaper's [55] und Lahousse's über das Kleinhirn, auch mit denen His's über die Anfangsperioden der Rückenmarksentwicklung überein; doch jeder der Autoren erklärt seine Beobachtungen nach seiner Art. Wie wir bereits früher erwähnten leitet His von der Keimschicht nur eine Art von Zellen, die sogenannten Neuroblasten ab, die allmählich, seiner Meinung nach, sich nur in Nervenzellen differenzieren. Ueber das äußere Aussehen dieser Umbildungen, über den Uebergang der Keimzellen in diese Zellen haben wir bereits früher gesprochen und wollen nicht mehr darauf zurückkommen; Eines jedoch können wir zweifelsohne bestätigen, ähnliche Neuroblasten in unserer ersten Periode nicht beobachtet zu haben. Allem Anscheine nach geht die Entwicklung des Rückenmarks viel schneller vor sich als die des Kleinhirns und daher fällt das erste Auftreten der Neuroblasten auch der Zeit nach in diesen beiden Organen nicht zusammen; dieses wurde durch die Beobachtungen Alfred Schaper's konstatiert. Wir überzeugten uns nicht ein Mal, dass im Vergleich mit den Nachbarorganen, mit dem verlängerten Mark, Vierhügel — sich das Kleinhirn viel langsamer entwickelt. Es scheint uns daher verständlich, dass man im Rückenmarke von den frühesten Stadien an die Anwesenheit der Neuroblasten konstatiert, im Kleinhirn aber diese Elemente noch abwesend sind. Die Beobachtungen Alf. Schaper's stimmen mit den unserigen in dieser Beziehung völlig überein. Wir wollen uns bemühen, diesen Umstand mehr ausführlich zu erläutern.

Auf unseren Objekten liegen dicht an den Zellen der Bildungsschicht die Zellen der mittleren Schicht, die sogenannten Spongioblasten His's oder die Alf. Schaper'schen Stützelemente, an; von Neuroblasten giebt's, wie wir soeben mitteilten, keinen einzigen. Um dasselbe bei anderen Embryonen zu prüfen, untersuchten wir besonders sorgfältig die Hühner-Embryonen in nacheinander folgender Reihe ihrer Entwicklung und überzeugten uns völlig von der Analogie des soeben von uns bei den Katzen-Embryo beschriebenen histologischen

Bildes. Außerdem konnten wir ohne allen Zweifel das Faktum konstatieren, dass mit dem Wuchse des Embryos die Zahl der Zellreihen der mittleren Schicht sich allmählich vergrößert und der Prozess der Zellenteilung in der Keimschicht damit Hand in Hand geht. Es ist ganz natürlich, dass wir diese beiden Erscheinungen, d. h. die Karyokinese und die Vermehrung der Reihen der mittleren Schicht untereinander verknüpfen müssen, um so mehr, als wir nirgends in der Kleinhirnplatte außer der Keimschicht mitotischen Prozessen begegnen. Wir sind daher mehr geneigt, uns der Meinung Alf. Schaper's anzuschließen, dass in den Anfangsperioden der Kleinhirnentwicklung die Keimschicht die Elemente der mittleren Schicht, die zur Stütze des Gehirngewebes dienen, erzeugt. Wir können auch nicht behaupten, dass die Zellen der mittleren Schicht durch direkte Zellenteilung sich vermehrten, da wir dieses niemals beobachteten. Neuroblasten fehlten ebenfalls in den Anfangsperioden der Hühner-Embryonen. Die Zellen der Keimschicht begnügen sich nicht allein mit der Bildung der Zellen der mittleren Schicht. Wie wir bereits erwähnten, treten beim Katzen-Embryo von 3 cm zuerst besondere Elemente auf, die sich durch ihr äußeres Aussehen, durch die Verteilung der Chromatinsubstanz, durch ihre Form von den Zellen der mittleren Schicht sehr unterscheiden. Ebensolchen Zellen begegneten wir von einem gewissen Momente an auch bei Schaf- u. Hühner-Embryonen. Beobachtungen weiterer Perioden der Entwicklung zeigen uns, dass diese Zellen sich allmählich differenzieren und in Nervenzellen der Rinde verwandeln; folglich können wir auf dieselben wie auf Elemente sehen, die den His'schen Neuroblasten analog sind.

Betrachten wir aufmerksam ein Präparat dieser Periode, so bemerken wir, dass die Zellen der mittleren Schicht nicht mehr so nahe aneinander liegen wie in der vorhergehenden Periode; Reste der radiären Verteilung und Zellenanhäufungen sehen wir nur an einer Stelle. Daraus ist zu ersehen, dass die neue Generation dieser Zellen, wenn nicht sistiert, so doch wenigstens merklich schwächer geworden ist. Der Prozess der Zellenteilung in der Keimschicht setzt sich unterdessen mit größerer oder geringerer Intensivität fort (auf den Präparaten der Hühner-Embryonen sehen wir neben dem soeben beschriebenen Bilde mehr karyokinetische Figuren als auf dem des Katzen-Embryo). Daneben bemerken wir die Bildung neuer Elemente und wir können daraus den Schluss ziehen, dass die neu aufgetretenen Elemente (Neuroblasten) Produkte der mitotischen Zellteilung der Keimschicht sind. — Auf Grund dieses oben Angeführten können wir uns die Histogenese des Kleinhirns in den Anfangsstadien derartig vorstellen: anfangs bilden sich den His'schen Spongioblasten analoge Zellen der mittleren Schicht aus der Keimschicht; je nach Anhäufung dieser Elemente rücken sie allmählich durch neue Zellengeneration immer mehr und mehr aus den

inneren Schichten nach außen, legen sich in der mittleren Schicht nebeneinander und bilden undeutliche Reihen. Mit dem Wuchse des Embryo vergrößert sich die Reihenzahl, so z. B. sehen wir beim Huhn-Embryo am 4. Bebrütungstage nur 3—4, am 5—6 Bebrütungstage gegen 10—12 Reihen; eine so schnelle Zellenvermehrung wird auch durch die Beobachtungen Lahousse bestätigt. Es ist selbstverständlich, dass die mehr nach außen gelegenen Zellen an der Bildung des Randschleiers Teil nehmen und als, sozusagen, alte Zellen sich allmählich differenzieren, solange die neue Generation sich fortsetzt. Ihre Fortsätze beginnen sich zu verzweigen und da die Zellenzahl in dem Randschleier sich immer mehr und mehr vergrößert, so bildet sich das dichte, dieser Schicht charakteristisches Faserngeflecht. Mit der Zeit dringt diese Zellendifferenzierung in mehr tiefere, innere Schichten und erreicht schließlich die innere Peripherie der Platte. So verstehen wir das soeben beim Katzen-Embryo von 3 cm beschriebene histologische Bild, wo die Zellen nicht in Reihen, sondern in einiger Entfernung von einander liegen und zwischen denselben sich ein dichtes Faserngeflecht befindet.

Die Neuroblasten bilden sich später als die Spongioblasten; sie treten ebenfalls in ganzen Massen aus der Keimschicht hervor, dringen durch die Spongioblasten allmählich, bis zum Randschleier nach außen und verbleiben daselbst. Es ist natürlich, dass die früher gebildeten Zellen, durch einen neuen Zellenstrom hervorgedrängt, weiter nach außen vordringen müssen als die später entstehenden; viele von den letzteren bleiben, möglicherweise, in den tiefen Teilen der Rinde.

Bei der Beschreibung der nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten Präparate, werden wir auf die Gründe hinweisen, welche uns veranlassen, den histologischen Prozess der Rindenentwickelung in den verschiedenen Perioden so zu verstehen.

Wie wir bereits erwähnten, ist die Keimschicht beim Katzen-Embryo von 3 cm auf dem Wege des Schwindens. Hier und da sehen wir noch zerstreute karyokinetische Figuren; augenscheinlich hat diese Schicht ihre Bestimmung vollbracht, nachdem sie eine gewisse Zahl Neuroblasten und Zellen der mitteren Schicht (Spongioblasten) erzeugt hatte. An ihrer Stelle sehen wir jetzt eine Reihe von Zellen, die dieselbe Struktur wie die Spongioblasten haben und die ganze innere Peripherie der Kleinhirnplatte umgeben. Diese Zellen müssen als Keime der Ependymzellen betrachtet werden; in der Abbildung V sind sie nach der Golgi'schen Methode gelungen imprägniert.

Sobald die Bildungsschicht schwindet, so kommt unwillkürlich der Gedanke, woher denn eigentlich neues Material zur weiteren Entwickelung des Kleinhirns sich hernimmt. Auf der Abbildung II bemerken wir nämlich, dass die ganze äußere Peripherie von neu aufgetretenen Zellen eingenommen ist, deren Zahl in der Richtung von hinten vom

velum medullare posterius nach vorn allmählich zunimmt. Diese Zellenschicht können wir, wie unsere weiteren Beobachtungen zeigen, als zweite oder späte Keimschicht bezeichnen, da sie Ergänzungsmaterial für das wachsende Organ liefert. Zuerst wurde sie bei Neugeborenen beobachtet und von Obersteiner [37] beschrieben und daher hat sie auch bei vielen die Benennung („couche d'Obersteiner"). Lahousse gab ihr, in Anbetracht der histogenetischen Bedeutung, die sehr präzise Benennung „couche de renfort" (Hülfsschicht). Ihre anatomische Benennung ist — äußere Körnerschicht zum Gegensatz von der inneren.

Sie wurde nachher von Besser, Boll [4], Denissenko [5], Lubimoff [27] und noch von vielen anderen beschrieben.

Ueber die Bildungsquellen der Zellen dieser Schicht sind die Ansichten fast aller Gelehrten dieselben. —

Nach Loewe [32], Bellogni und Stefani [2] treten diese Zellen aus den Ependymzellen des hinteren Gehirnsegels hervor. In sehr naher Beziehung zu demselben steht auch die Meinung Herrick's [1]), dass der hintere Teil der ventikulären Oberfläche des Kleinhirns als Quelle der Zellenproliferation für diese Schicht dient. Diese Ansicht bestätigt Alf. Schaper und auch wir schließen uns auf Grund unserer Beobachtungen derselben an. Wir sehen auf der Abbildung II, dass die Spongioblasten, während sie auf der inneren Kleinhirnoberfläche und im Kleinhirn selbst sich einer leichten Differenzierung unterzogen, in der Nähe des velum medullare posterius ihr embryonales Aussehen, sowohl der inneren Struktur als auch der radiären Verteilung nach mit den aus beiden Polen der Zelle ausgehenden langen Fortsätzen, beibehielten. Augenscheinlich sind diese Zellen junger Herkunft, umsomehr, als wir an dieser Stelle karyokinetischen Figuren begegnen. Diese Figuren der Kernteilung wie auch die Anwesenheit der Spongioblasten zeigen uns, dass an dieser Stelle sich dasselbe wiederholt, was wir in der ersten Periode beim Katzenembryo in der ganzen Kleinhirnplatte beobachteten. Diese neugebildeten Zellen drängen sich allmählich nach außen, verteilen sich als besondere Schicht längs der äußeren Kleinhirnoberfläche und nehmen den äußeren Teil des Randschleiers ein. Die Zellen dieser Schicht haben eine sehr unregelmäßige, öfter nach irgend einer Richtung verlängerte Form, ihre Kerne sind an Chromatinsubstanz sehr reich und enthalten einige stäbchenförmige Körnchen; sie färben sich intensiver als die Spongioblasten, das Protoplasma der Zelle ist undeutlich. Bei den mehr erwachsenen Embryonen ist auf den Frontalschnitten, respektive zu den Furchen auf den longitudinalen, besonders deutlich zu sehen, wie aus der inneren Peripherie jenes Teiles der Kleinhirnplatte, die den recessus lateralis umgiebt, eine große Menge nach oben sich richtender Zellen herauskommt und indem sie längs

1) L. L. Herrick, The evolution of the cerebellum. Science 1891. Citiert aus den Abh. Alf. Schaper's, Nr. 55.

der äußeren Oberfläche der Kleinhirnrinde sich verteilt, bildet sie eine besondere — äußere Kernschicht. Wir sehen also, dass diese Schicht ihre Entstehung zweien Quellen verdankt: einerseits dem Teile der Kleinhirnplatte, das an das velum medullare posterius, andererseits dem Teile, welcher an den recessus lateralis grenzt: die ganze äußere Oberfläche der Rinde ist also mit einer Zellenschicht bedeckt, die von Hinten und den Seiten nach der Richtung zur Mittellinie verlaufen.

Die Beobachtung dieser beiden beschriebenen Perioden hat unserer Meinung nach ein großes prinzipielles Interesse; abgesehen davon, dass die Arten der primären Entstehung der Nerven- und Neurogliazelle (Neuroblasten und Spongioblasten) für alle von uns untersuchten Tiere dieselbe sind, so sind sie auch dieselben für die anderen Teilen des Centralnervensystems, die eine verschiedene anatomische Struktur haben. In dieser Beziehung können wir uns auf die His'schen Arbeiten über Histogenese des Rückenmarkes beziehen.

Wir überzeugten uns leider häufig, dass die Golgi'sche Methode für Embryonen in den frühen Perioden wenig tauglich ist. Es gelang uns nämlich, abgesehen von anhaltenden und hartnäckigen Versuchen die jungen Elemente zu färben, nur in seltenen Fällen mehr oder weniger befriedigende Resultate zu erhalten; so z. B. gelang es uns nie die Zellen der Keimschicht zu färben. Unsere Beobachtungen über die Golgi'sche Methode zeigten: je jünger die Zelle, je weniger differenziert sie ist, desto schwerer lässt sie sich mit Silber imprägnieren, d. h. die Zellen imprägnieren sich nur dann leichter, wenn sie den deutlichen Charakter einer Nerven- oder Neurogliazelle angenommen haben; vom extrauterinen Leben des Embryo an imprägnieren sich also die Elemente leichter. Dadurch erklärt sich diese Fülle der in letzter Zeit über die normale Histologie des Centralnervensystems erschienenen Arbeiten, die nach der Golgi'schen Methode über Objekte von neugebornen Tieren ausgeführt wurden. Zur Bestätigung des Gesagten können wir noch hinzufügen, dass die Hühner-Embryonen sich bei uns nur vom 10. Bebrütungstage färbten. Der Umstand, dass das Rückenmark des Huhn-Embryos sich vom 4. Tage imprägnieren lässt, kann für das eben Gesagte nicht als Widerspruch gelten; denn wir wiederholten es bereits öfter, dass das Rückenmark sich schneller entwickelt und auch die Differenzierung der Zellen im Kleinhirn und im Rückenmarke zur verschiedenen Zeit vor sich geht; andererseits erwähnten wir schon in der Einleitung von der eigentümlichen, individuellen Beziehung des Kleinhirns zu dieser Methode. Wir könnten uns noch auf Ramon y Cajal [40] beziehen, der bei seinen Untersuchungen über den Lobus opticus der Vögel, bei den Hühner-Embryonen, nur vom 10. Bebrütungstage eine befriedigende Imprägnation erhielt; im Rückenmarke aber imprägnierte er die Zellen bereits vom 3.—5. Bebrütungstage.

In diesen beiden soeben besprochenen Perioden sind noch die nach dieser Methode erhaltenen Daten dürftig, in den weiteren Perioden aber, wo die Zellen auf dem Wege zur höchsten Evolution ihre Form schnell ändern, gewinnt diese Methode eine hervorragende Bedeutung. Die sorgfältigen Erforschungen und die tiefdurchdachte Beschreibung der von Alf. Schaper nach anderen Methoden bearbeiteten Objekte der Fisch-Embryonen lassen jedoch noch viele Fragen offen, worüber der Autor selbst öfter erwähnt. Das Färben mit Safranin, Hämatoxylin giebt wohl sehr wenig Stützpunkte zur Beurteilung über die Arten der Zellendifferenzierung, über die Herkunft einer gewissen Faser, über ihre Zweige und ihre Beziehung zu der oder jener Zelle u. s. w., andererseits aber geben diese Methoden sehr wertvolle Andeutungen über die allgemeine Charakteristik der Entwicklung eines gewissen Organs, der sehr feinen Struktur des Protoplasmas und Kernes und dienen überhaupt als mächtiges Hilfsmittel zu der Golgi'schen Methode für das Verständnis der histogenetischen Prozesse. Wir werden uns daher in unserer weiteren Auseinandersetzung zur Aufklärung von gewissen Fragen, auf die uns die Golgi'sche Methode keine Antwort giebt, öfter auch nach anderen Methoden bearbeiteter Präparate bedienen.

Katzen-Embryo von 5 cm Länge.

Bei unsererer weiteren Auseinandersetzung der mit Safranin gefärbten Präparate beim Katzen- und Schaf-Embryo von 5 cm können wir bemerken, dass im Allgemeinen das histologische Bild der Rinde dasselbe ist wie das auf der Abbildung III vom Katzen-Embryo von 5 cm[1]); der Unterschied besteht eben nur darin, daß die Zellen der Mantelschicht, über die gleich ausführlicher die Rede sein wird, noch nicht in zwei Schichten (große und kleine Zellen) gesondert sind und nicht so nahe aneinander liegen, wie man das auf der Abbildung sieht.

Die Kleinhirnoberfläche ist bereits in dieser Periode von einer bedeutenden Zahl mehr oder weniger tiefer Furchen durchschnitten; die äußere Kernschicht, die wir bereits im Keimzustande beobachteten, umgiebt jetzt als breiter, selbständiger Zone die äußere Gehirnoberfläche. Die Veränderungen, die in den Zellen dieser Schicht vorgingen, bestehen darin, dass sie im Umfange ein wenig kleiner wurden und sich mit Safranin dunkler färben als früher; ihre Form ist eine vorwiegend ovale; karyokinetischen Figuren begegnen wir nur als seltenen Erscheinungen. Wie sonderbar das auch erscheint, dass die Zellen dieser Schicht, trotz der progressiven Entwicklung des Organs, sich in ihrem Umfange verkleinern, so ist es dennoch im embryonalen

1) Aus diesem Grunde stellten wir nicht Abbildungen über die Präparate dieser Periode her.

Leben keine sehr ungewöhnliche Erscheinung. Auf diese Frage werden wir noch zurückkommen. Die nur seltene Anwesenheit der karyokinetischen Figuren weist uns darauf hin, dass diese Schicht neue, für die Rindenstruktur notwendige Elemente bereits zu produzieren begonnen hat. Weiter im Innern des Organs bemerken wir eine besondere, von uns bis jetzt nicht beobachtete Zellenschicht. Während wir in der vorhergehenden Periode die Zellenelemente ohne jegliche Ordnung auf der ganzen Kleinhirnplatte zertreut sahen, sind sie hier in eine separate Gruppe der Struktur nach gleichartiger Zellen geordnet. Die Zellen, die wir „Neuroblasten" nannten, sind hier nebeneinander gelegen und bilden eine Zone. Eine ähnliche Absonderung der Neuroblasten in eine separate Zone bemerkte und beschrieb zuerst His; er nannte sie ja auch „Mantelschicht". Im Rückenmarke liegt diese Schicht da, wo der Randschleier beginnt und das zarte Netz desselben dient nach der Meinung His's als Filter, durch welchen die Neuroblasten in die äußere Teile des Rückenmarks, wo sich die weiße Substanz bildet, nicht durchdringen können. Wie weit diese Erklärung über die Rolle des Randschleiers richtig ist, ist sehr schwer zu sagen, obgleich His gleich hier folgende Einwendung macht: auf welche Weise lässt der Randschleier Keime der Gefäße durch, wenn er Neuroblasten nicht durchlässt? Seiner Meinung nach bilden sich erstens die Gefäße spät, wenn die Schlingen dieser Schicht so weit breit sind, dass sie für ihren Durchgang nicht hinderlich sein können und zweitens sind die Gefäßelemente mehr geeignet, als die Neuroblasten mit ihren großen Kernen, durch die Schlingen durchzuschlüpfen. Wie dem auch sei, wir können dieses Factum als richtig bezeichnen, welches sich auch in der Kleinhirnrinde wiederholt: eine Menge Neuroblasten nämlich bewegen sich allmählich nach Austritt aus der Keimschicht nach außen und bilden, indem sie in einiger Entfernung von der äußeren Rindenoberfläche stehen bleiben, eine besondere Schicht, die man nach Analogie mit der im Rückenmarke als „Mantelschicht" bezeichnen kann. Einige Neuroblasten fürwahr dringen weiter nach aussen; die Zahl derselben ist aber eine so minimale, dass sie völlig unberücksichtigt bleiben kann. Nach His dringen diese Bildungen in geringerer Zahl auch in dem Randschleier (im Rückenmarke). Zwischen der Mantel- und äußeren Körnerschicht bleibt auf diese Weise ein Raum, in welchem wir einer kleinen Zahl zelliger Elemente begegnen, die im Basalgewebe, ähnlich dem in den frühen Stadien in dem Randschleier beschriebenen, gelegen sind. Die nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten Präparate lehren uns, dass das Basalgewebe sich auf Kosten der Neurogliazellen und ihrer zahlreichen Fortsätze gebildet hat. Nach innen von der Mantelschicht liegen Neurogliazellen in großer Anzahl und zwischen ihnen zerstreut — Neuroblasten. Gehen wir jetzt zur Beschreibung der nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten Präparate über.

Wie wir bereits früher erwähnten, gelang es uns nicht, Präparate der ersten Periode nur einigermaßen befriedigend nach dieser Methode zu imprägnieren.

Das jüngste mit Silber imprägnierte Objekt entspricht etwa dem Kleinhirn eines Katzen- (Abbild. V) von 3 cm und Schaf-Embryos von 2 cm (Abbild. VI). Da diese beiden Objekte fast auf gleicher Stufe der Entwicklung stehen, so werden wir sie zusammen beschreiben. Längs der inneren Oberfläche (in der Abbild. VI) der Kleinhirnplatte sehen wir nämlich eine ununterbrochene Reihe mehr oder weniger einander ähnlicher Zellen von runder oder länglich-ovaler Form; bei aufmerksamer Betrachtung bemerken wir, dass einige ganz schwarz gefärbt sind, andere nur an der Peripherie schwarz, das Centrum der Zelle bräunlich gefärbt ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser centrale Teil der Zelle dem Kerne, der sehr häufig sowohl in den Neuroglia- als auch Nervenzellen sich nicht ganz schwarz färbt[1]), entspricht. Nicht alle diese Zellen liegen auf einer und derselben Höhe; einige — näher dem inneren Rande der Platte, andere — ein wenig weiter; im Allgemeinen jedoch sind die Schwankungen in der Höhelagerung sehr unbedeutende. Aus beiden Polen der Zelle geht je ein Fortsatz aus: der kürzere und zugleich dicke verläuft entweder gerade nach innen oder schlängelt sich leicht. Der äußere Fortsatz ist länger und dünner als der innere. Beim Schaf-Embryo gelang es uns, sehr lange Fortsätze in der Nähe des Velum medullare posterius zu sehen, wo sie die äußere Peripherie der Kleinhirnplatte erreichten; je mehr sie sich aber von dieser Stelle nach der Mitte der Kleinhirnplatte entfernten, werden sie kürzer oder imprägnieren sich nur teilweise. Obgleich wir analoge, aus der Tiefe kommende und die äußere Kleinhirnoberfläche erreichende Fasern beobachteten, konnten wir uns nicht entschließen, dieselben für Fortsetzungen der so eben erwähnten Fortsätze zu halten, bis wir uns auf einem vom Katzen-Embryo von 3 cm (Abbild. V) gelungenem Präparate davon überzeugten; auf diesem ist deutlich zu sehen, dass der äußere Fortsatz der Zellen durch die ganze Dicke der Kleinhirnplatte geht und an ihrer äußeren Peripherie endet. Der äußere Fortsatz ist ungefähr um das Doppelte dünner als der innere. Viele Fortsätze sind auf ihrem Wege mit rosenkranzförmigen Verdickungen verschiedener Größen versehen, die von einander in ungleichmäßiger Entfernung gelegen sind. Die Ränder der einen Fortsätze sind im Gegensatz zu den anderen, die mit einem moosartigen Niederschlag bedeckt sind, gleich und scharf markiert. Ihre Richtung ist nicht immer eine vertikale, häufig durchkreuzen sie unter einem Winkel die Nachbarfasern und gehen schräg nach außen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Zellen Ependymzellen sind

1) Häufig färbt sich die dem Kerne entsprechende Stelle der Zelle absolut gar nicht und bleibt hell (siehe Abbild, XXVI).

und völlig analog den von vielen Autoren (Ramon y Cajal [44 und 45], Kölliker [23] und andere) im embryonalen Rückenmarke beschrieben sind.

Längs der äußeren Peripherie (ext. Ab. VI) der Kleinhirnplatte sehen wir eine ganze Reihe junger Neurogliazellen mit nicht großem Zellkörper sehr verschiedener Form; zwei Formen jedoch sind die vorherrschenden: die länglich-ovale, mit breiter Basis und die mehr oder weniger runden. Diese Zellen sind in verschiedener Höhe gelegen; die einen sehr nahe der äußeren Oberfläche, die anderen ein wenig weiter.

Eine jede Zelle ohne Ausnahme sendet nach außen einen dicken Fortsatz aus, der in seinem Verlaufe sich krümmt und an der Peripherie mit einer kugelförmigen Verdickung endet. Alle diese Fortsätze teilen sich auf ihrem Wege unter einem scharfen Winkel entweder dichotomisch oder in eine große Zahl von Zweigen, die die Richtung des Hauptstammes verfolgen und ebenfalls mit kugelförmiger Verdickung endigen. Einige Zellen senden auch Fortsätze nach innen aus; es gelang uns aber nicht, sie sehr weit zu verfolgen. Die Membrana limitans externa bildet sich durch Verklebung dieser kugelförmigen Verdickungen.

In den äußeren Teilen der Kleinhirnplatte vom Katzen-Embryo von 3 cm gelang es uns, zwei junge Nervenzellen (*a.* u. *b.* Abbild. V) zu imprägnieren; die Konturen der Zellen sind scharf markiert; der Zellkörper hat die Form einer Birne mit Fortsätzen, die aus beiden Polen der Vertikalachse ausgehen. Der nach außen (oben) gehende Fortsatz ist sehr kurz und dick; der untere aber geht aus dem scharfen Ende des birnförmigen Körpers der Zelle aus und verläuft in großer Ausdehnung nach innen; er ist sehr dünn. In der Zelle b verzweigt sich der dünne Fortsatz. Es ist sehr wahrscheinlich, dass im äußeren dicken Fortsatze der Keim des protoplasmatischen Fortsatzes sich befindet, der untere dünne ist der Achsenfortsatz.

Wir gehen jetzt zur Beschreibung der folgenden Periode über, zu den Embryonen von 5 cm. Auch hier können wir, wie in der vorhergehenden Periode, eine Aehnlichkeit im histologischen Bilde bei Katzen- und Schaf-Embryonen von 5 cm konstatieren. Die Aehnlichkeit betrifft hauptsächlich die Neurogliazellen, ihre Form und Verteilung im Kleinhirn. Beim Schaf-Embryo von 2 cm sahen wir längs der äußeren Peripherie die in einer Reihe gelegenen Neurogliazellen; in dieser Periode (Abbild. VII) haben diese Zellen weder ihr Aussehen, Lage noch Charakter ihrer Fortsätze geändert. Eines jedoch können wir nun konstatieren, dass die Zahl der letzteren wie auch der Zellen ein wenig zunahm; die Zellen liegen hier näher nebeneinander und ihre Fortsätze bilden, indem sie sich häufig durchkreuzen, ein ziemlich dichtes Geflecht. Die Vermehrung der Fasernzahl hängt auch davon

ab, dass ein jeder aus dem Zellkörper ausgehende Fortsatz sich nur selten, wie wir früher beobachteten, in zwei Fortsätze teilt, sondern größtenteils in 4—6. Außer dieser oberflächlichen Schicht von Neurogliazellen, begegnen wir auf der ganzen Kleinhirnplatte zerstreut Neurogliazellen, die ihrer Form nach völlig den soeben beschriebenen analog sind. Wie tief auch diese Zellen liegen, sie erreichen mit ihren Fortsätzen die äußere Kleinhirnoberfläche und bilden, indem sie mit Verdickungen endigen, die Membrana limitans externa. Einige Zellen liegen sehr nahe der inneren Kleinhirnperipherie und es ist daher verständlich, dass ihre Fortsätze sehr lang sein müssen. Der Fortsatz verläuft gewöhnlich eine große Strecke, ehe er sich verzweigt; zuweilen verläuft er fast auf der ganzen Kleinhirnplatte als ein Stamm, macht auf seinem Wege eine Menge Windungen und nur ganz in der Nähe der äußeren Oberfläche teilt er sich in zwei Teile. Die Zellen *x* und *y* haben sehr kurze Fortsätze. Bezüglich der letzteren Zellen können wir zwei Vermutungen aufstellen: entweder senden einige Neurogliazellen nicht lange Fortsätze aus sondern nur kurze, oder sie sind nur deshalb kurz, weil ihre Fortsetzungen sich nicht mit Silber imprägnierten. Zellen mit ähnlichen kurzen Fortsätzen in den tiefen Schichten der Kleinhirnplatte begegnen wir mehr weder hier noch beim Katzen-Embryo von 5 cm. Die in der Tiefe liegenden Neurogliazellen sind ein wenig größer als die oberflächlich gelegenen. Auf ein Faktum wollen wir noch hinweisen: die Fortsätze der Neurogliazellen nämlich haben gleich den Nervenfasern keinen gleichen Durchmesser; bald werden sie auf ihrem Wege dicker, bald dünner. Auf der ganzen Strecke solcher Fortsätze sehen wir außerdem zerstreut rosenkranzförmige Verdickungen.

Das histologische Bild des Kleinhirns beim Katzen-Embryo von 5 cm (Abbild. VIII) ist völlig analog dem soeben von uns beim Schaf-Embryo beschriebenen. Auch hier sehen wir eine Reihe oberflächlich gelegener Neurogliazellen und tief gelegene Zellen.

Wie wir auf der Abbild. (VII) sehen, hat sich die äußere Körnerschicht bereits gebildet; in ihr bemerken wir aber zwei Zellenbildungen, die sich von den soeben beschriebenen Neurogliazellen durch die Größe, Form, Lage und regelmäßige Konfiguration der Konturen unterscheiden. Die Zelle *a* hat die Birnform, mit dem scharfen Ende nach oben, mit dem stumpfen nach innen gerichtet; aus dem letzteren läuft ein sehr dünner, mit kleinen Verdickungen versehener Fortsatz aus. Diese Zelle erinnert ihrer Form nach an die junge Nervenzelle (Neuroblast His's), der dünne Fortsatz ist wahrscheinlich ein Nervenfortsatz. In dieser Schicht sehen wir ebenfalls eine andere bipolare, leicht ovale Zelle von geringerem Durchmesser. Aus ihrem Zellkörper laufen zwei Forsätze aus; der obere ist mehr dünn und kurz, der untere mehr lang und dick, allmählich sich verjüngend. Aehnliche

bipolare Zellen sind, wie wir weiter sehen werden, gewöhnliche Formen der jungen Nervenzellen der Kleinhirnrinde. Gleich unter der äußeren Körnerschicht sehen wir eine junge, bereits ein wenig differenzierte Nervenzelle (*c*); sie hat eine sehr unregelmäßige Form und endet, indem sie sich nach unten verjüngt, mit einer nicht großen runden Verdickung, aus welcher ein dünner Nervenfortsatz ausläuft. Nach oben laufen vom Zellkörper ziemlich dicke, wahrscheinlich protoplasmatische Fortsätze aus.

Nach dem Vergleich der von uns beschriebenen Objekte können wir zu folgenden Schlüssen gelangen: a) Mit Silber imprägnieren sich nur die jungen Elemente, die sich bis zu einem gewissen Grade differenziert haben. Zur Bestätigung dieses weisen wir auf die Objekte der ersten Periode hin, die nach der Golgi'schen Methode sich gänzlich nicht imprägnieren ließen. b) Am frühesten beginnen sich die Zellen der mittleren Schicht, die sogenannten Spongioblasten His's oder embryonale Stützapparat Alfred Schaper's zu differenzieren und bilden die embryonalen Neurogliazellen. Die Abbildungen V und VI bestätigen dieses vollkommen. a) das Faktum, dass die Neurogliazellen sich nur längs der äußeren Peripherie der Kleinhirnplatte (ext. Abbildung VI) imprägnierten), beweist uns, dass an dieser Stelle (Randschleier) sich die Zellen früher als in den tiefer gelegenen Teilen des Organs differenzieren. Ein solcher Gang der Differenzierung wird uns verständlich, wenn wir uns erinnern, daß die sehr jungen Zellen nach Generation von neuen Elementen aus der Keimschicht sich allmählich nach außen zum Randschleier hervordrängten. Mit der Zeit geht die Differenzierung auch auf die tiefer nach innen gelegenen Zelle über (Abbild. VII).

Im embryonalen Rückenmarke beschreiben die Autoren, die nach der Golgi'schen Methode gearbeitet haben, dasselbe Bild wie im Kleinhirne; die Entstehung der Neurogliazellen aber erklären sie ein wenig anders. Ihrer Meinung nach rücken die Ependymzellen nach und nach nach außen vor und verwandeln sich in Neurogliazellen, dabei werden die langen Fortsätze der Ependymzellen, jemehr sich die letzteren zur äußeren Peripherie entfernen, kürzer. Mit der Zeit bleibt längs der inneren Peripherie eine Reihe von Zellen nach.

Die in Herman'scher Flüssigkeit fixirten Objekte zeigten uns deutlich, dass die mittlere Schicht eine völlig selbständige ist und ihre Entstehung der Zellen der Keimschicht, keineswegs aber den Ependymzellen, die eigentlich dieselben Spongioblasten, nur dank ihrer anatomischen Lage anders benannt sind, verdankte. Ja auch die Ependymzellen bilden sich, wie wir sahen, später als die Zellen der mittleren Schicht. Daraus können wir nur das Eine feststellen, dass die differenzierten Spongioblasten mit der Zeit der äußeren Peripherie näher rückten und ihre Fortsätze sich verkürzen. Darauf weist uns

einerseits der Umstand hin, dass wir in den Neurogliazellen solchen langen Fortsätzen selten begegnen; andererseits ist die Verkürzung der Fortsätze der jungen Neurogliazellen zweifelsohne in dem sich entwickelnden Rückenmarke konstatiert worden. d) der Körper der Neurogliazellen weist keine regelmäßigen Konturen auf, ihre Fortsätze wollen immer nach außen, wo sie mit Verdickungen endigen. Die beiden letzten Eigenheiten wiederholen sich während des ganzen embryonalen Lebens. e) Die Ependymzellen sind (wie soeben erwähnt) dieselben Neurogliazellen, die nur eine bestimmte Lage eingenommen haben. f) Trotz der Menge der von uns auf Abbild. II beim Katzen-Embryo (3 cm) beobachteten Neuroblasten, färben sich mit Silber jedoch nur die wenigsten von ihnen. In den Zellen *a* und *b* (Abbild. V) haben wir junge Nervenzellen, die vom Typus des Neuroblasten durch den Besitz eines protoplasmatischen Fortsatzes ein wenig abweichen, in der Zelle *b* begann sich bereits der Achsencylinder zu verzweigen. Die Körperform dieser Zellen ist birnartig, obgleich die protoplasmatischen Adnexa sie ein wenig verändern. Eine solche Form von Neuroblasten beschrieb auch His im embryonalen Rückenmarke. g) Sowohl beim Katzen- wie auch beim Schaf-Embryo übertrifft die Zahl der Neurogliazellen die der Nervenzellen. Durch eine solche schnelle Differenzierung füllen die Neurogliazellen die Rolle des embryonalen Stützgewebes aus, in welchem später Zellen höchster Organisation — Nervenzellen — Platz finden müssen. h) Die Elemente der äußeren Körnerschicht (*k* Abbild. VII) beginnen das Material für die Bildung der Rinde auszuarbeiten. In der Zelle *a* haben wir einen Neuroblasten von Birnform, in der Zelle *b* — eine bipolare Zelle, die wir ebenfalls als Prototyp der Nervenzellen ansehen nach Analogie mit ebensolchen Bildungen in der Kleinhirnrinde in den spätesten Perioden des embryonalen Lebens.

(Zweites Stück folgt.)

Bemerkungen zur „Planktonmethodik".

Von **V. Hensen.**

In Bd. XVII Nr. 10 bespricht Hr. Frenzel den Gebrauch der Seidengaze. Ich glaube dazu einige Ergänzungen geben zu sollen.

Die erste Veröffentlichung über deren Verwendung zum Fischen hat Hr. Fol gelegentlich seiner Arbeit über Tintinnen gemacht. Bei deren Erscheinen war meine bezügliche Arbeit schon gedruckt. Wir beide haben diese Art Weberei nicht erfunden, die Brauchbarkeit für quantitative Fischerei nachgewiesen zu haben scheint mir etwas weniger unwesentlich.

Die Undurchlässigkeit der trocknen Gaze für Wasser ist in der That sehr groß. Ich habe früher gefunden, dass Heidegger Nr. 20

40 cm Wasserdruck aushält ohne Wasser durchzulassen. Der Widerstand beruht auf der Adhäsion der Luft und deren Zähigkeit. Ist einmal das Wasser durchgedrungen, so spielt diese Sache keine Rolle mehr. Das Zeug in Wasser filtriert so lange bis der Druck ganz zu Null geworden ist, wie ich in meiner „Methodik der Untersuchungen" in den „Ergebnissen der Planktonexpedition" ausführlich nachgewiesen habe. Ein Einfluss der Luftadhäsion bei Vertikalzügen ist nicht nachzuweisen, solche Spuren von Luft würden absorbiert werden.

Hr. Frenzel betont mit vollem Recht, dass man auf möglichste Gleichmäßigkeit des Filtrationsvermögens der Netze zu achten habe und dass die bleibenden Verstopfungen sogar die relative Vergleichbarkeit der Fänge, die doch in erster Linie zu erstreben ist, beeinträchtige. Das beste Mittel, der Bedingung zu genügen ist, nach meinen Versuchen, nicht, wie F. sagt, das Kochen, sondern das Abreiben mit weichem Badeschwamm unter etwas Wasser. Die feinen biegsamen Häckchen des Schwammes reißen sehr energisch die Materien aus den Poren. Inkrustierende Massen zwischen den einzelnen Coconfäden, aus denen die Gewebefäden gebildet werden, können durch dies Verfahren wohl nicht entfernt werden. Es wäre wünschenswert zu erfahren, ob ein in inkrustierenden Gewässern viel gebrauchtes Netz nach der Behandlung mit dem Schwamm, auch noch durch Kochen inkrustierende Materie abgiebt. Wenn nicht, wäre besser vom Kochen abzusehen.

Mit inkrustierten Netzen kann ja sicher Kleineres, als was das reine Netz fischt, gefangen werden; also in toto mehr. Man wird dann aber die Netzfläche entsprechend der verringerten Filtrationsfähigkeit vergrößern müssen, wenn die Vergleichbarkeit erhalten bleiben soll. Eine Bestimmung der Filtrationsgröße wird jedenfalls nötig.

Die dafür notwendige Bestimmung des bei einem Zuge bestimmter Geschwindigkeit filtrierenden Wasservolumens vermittelst Vergleichung mit den Resultaten der Frenzel'schen Pumpe halte ich für mühsam, weil das Netz genau in der Wasserschicht, aus der die Pumpe das Wasser hebt, gezogen werden muss. Genügend gleichmäßige Verteilung des Planktons in dieser Schicht vorausgesetzt, ist theoretisch gegen diese Bestimmung nichts einzuwenden. Wenn man auf den Eingang des Apstein-Netzes eine Blechscheibe mit kleiner, etwa 1 cm im Durchmesser haltender Oeffnung aufsetzt, so wird die Netzfläche relativ so gewaltig, dass etwa 99% derjenigen Wassermenge filtrieren, die nach Oeffnung und Zugstrecke zu filtrieren hätten. Zählt man eine der zahlreicher vorkommenden und bequemer zu zählenden Arten aus einigen solchen Fängen und dann dieselbe Art aus einigen Fängen mit normaler Mündung, so läßt sich, soweit bis jetzt die Erfahrungen reichen, auch auf diese Art die Größe der Filtration bestimmen.

Ferner ist darauf aufmerksam zu machen, dass das Zeug Nr. 19 von Landwehr nur 70, das schweizer Zeug dagegen für die gleiche Nr. 74 Fäden auf den cm hat. Das ist ein Unterschied von einer Nummer, der stark ins Gewicht fällt. Das schweizer Zeug Nr. 20 enthält 78 Fäden pro cm und kann nur noch durch Weber mit ausnahmsweise guten Augen hergestellt werden. Es scheint mir hier die Grenze der regelmäßigeren Feinporigkeit erreicht zu sein. Eine Nr. 22, von der Frenzel spricht, ist mir bisher unbekannt geblieben. Vergleichbare Resultate in Bezug auf Volumen und auf die feinsten Planktonorganismen können nur erhalten werden, wenn annähernd gleich große Poren in den respektiven Netzen sind.

In einer Arbeit über Dreissensien (Pflügers Archiv Bd. 67), erklärt Hr. Frenzel meiner Ansicht über die Unverdaulichkeit modriger Materien für niedere Tiere entgegentreten zu müssen. Ich halte es aus allgemeinen Gründen für unwahrscheinlich, dass diese ausgelaugten, faulenden Massen zur Ernährung verwendet werden können. Dass sie sich im Darm Auftrieb nehmender Tiere reichlich vorfinden können, beweist ebenso wenig ihren Nahrungswert, wie der Sandinhalt des Darms gewisser Würmer für den Nährwert von Sand sprechen kann. Die Frage ist, ob nicht etwa anhängende Amöben und Bakterien in dem einen wie in dem anderen Fall den Nährstoff ausmachen. Ich finde nicht, dass die Befunde von Frenzel in dieser Richtung etwas ergeben, wodurch die Frage der Erledigung näher gebracht wurde. [74]

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften

Medizinischer Verein zu Greifswald.

Sitzung vom 1. Mai 1897.

Herr Solger demonstriert einige Schnitte durch Ganglienzellen des Lobus electricus von *Torpedo*. Das Material war in Pikrinschwefelsäure oder in Sublimat fixiert und in ersterem Falle mit Erythrosin-Methylenblau (Held), im andern nach der Hämatoxylin-Eisenlack-Methode (M. Heidenhain) gefärbt worden. Die fibrilläre Struktur des Zellkörpers, der Neuriten und der hier von Nissl-Körperchen freien Dendriten ist deutlich zu erkennen. Es lässt sich ferner im Zellkörper ein Mikrozentrum (Sphäre mit Centrosoma) nachweisen. Als inkonstanter Befund wurden endlich eigentümliche in Hämatoxylin sich stark färbende, derbe Zellfäden von gekrümmter oder welliger Gestalt vorgeführt, deren Vorkommen möglicherweise von einem bestimmten Funktionszustande der Zelle abhängig ist. Sie sind vielleicht den vor Kurzem von Levi in der Rivista di patologia nervosa e mentale beschriebenen fuchsinophilen Fädchen oder Körnchenreihen der Säugetier-Ganglienzelle an die Seite zu stellen. [72]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. Juli 1897.** **Nr. 14.**

Inhalt: v. **Lendenfeld**, Die Nesselzellen der *Cnidaria* (Schluss). — **Popoff**, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. (Zweites Stück.) — **Escherich**, Einiges über die Häutungshaare der Insekten nach ihrem Funktionswechsel. — **Detmer**, Botanische Wanderungen in Brasilien.

Die Nesselzellen der *Cnidaria*.

Von **R. v. Lendenfeld.**

(Zweites Stück und Schluss.)

III. Entwicklungsgeschichte.

Wir wollen hier zunächst die Angaben über die Entwicklungsgeschichte der Nesselzellen selbst zusammenstellen und uns später dem Einrücken derselben in den Verbrauchsort und ihrem Ersatze durch Nachschub zuwenden.

Nussbaum (1887) schließt sich den älteren Angaben von Jickeli an. Er behauptet, dass bei *Hydra* die Nesselkapsel aus einem Bläschen hervorgehe, welches an Größe zunimmt, sich streckt, vorne in eine Spitze auswächst und, indem es selbst zur Kapsel wird, aus der erwähnten Spitze den Faden hervorgehen lasse. Der sich bildende Faden ist entweder um die Kapsel geschlungen oder vorne zu einem Knäul zusammengerollt: jedenfalls liegt er extracapsulär. Später wird der solcherart außen angelegte Nesselfaden durch den Muskeldruck und den Widerstand der Stützlamelle in die Kapsel hineingedrängt. Hiezu muss ich bemerken, dass kein solcher auf die nicht starre Kapsel ja ebenso, wie auf den Faden einwirkender Druck im Stande sein kann, eine Einstülpung des schlauchförmigen Fadens herbeizuführen. Während der Entwicklung sollen nach Nussbaum (1887) viele bereits angelegte Nesselkapseln abortiv werden. Nach Bourne's (1887) Figuren zu schließen (1887; Taf. IV, Fig. 9) zeigen embryonale Nesselkapseln von *Euphyllia glabrescens*, außen eine deutliche Spirale, welche wohl der Ausdruck des, auch hier außerhalb der Kapsel angelegten und um dieselbe geschlungenen Fadens sein dürfte. Nach Wilson (1890)

soll der Inhalt junger, in Entwicklung begriffener Kapseln teilweise mit Haematoxylin färbbar sein. Es sollen nämlich stärker tingierte Körner auftreten, welche gleich den Gliedern einer Kette mit einander sich verbindend, innerhalb der Kapsel zum Faden werden. Nach Schneider (1890) erscheint die erste Anlage der großen, ovalen Kapseln von *Hydra fusca* als ein heller Raum in einer indifferenten Zelle. Die Oberfläche dieses Raumes wird zur Kapselwand und in dessen Innerem (Schneider ist später [1891] von dieser Meinung wieder abgekommen) legt sich der Faden an. Schließlich tritt die im Subepithel herangereifte Nesselzelle mittelst Durchbohrung einer Epithelzelle an die Oberfläche. Ein Jahr später fand Schneider (1891), dass sich der Faden bei *Forskalea* und *Adamsia* außerhalb der Kapsel anlege. Er glaubt nun, dass allgemein (auch bei *Hydra*), der Faden im Laufe der Entwicklung nach außen wachse und dass er erst nach Vollendung seiner Ausbildung vom distalen Ende aus in sich selbst zurück und in die Kapsel hinein gestülpt werde. Bei *Myriothela phrygia* sollen nach Hardy (1891) die Nesselkapseln aus „hyaline masses" hervorgehen, die einzeln oder zu zweien in subepithelialen Zellen liegen. Chun (1891) behauptet, dass der Faden innerhalb der Kapsel, und nicht, wie Jickeli und Nussbaum angegeben hatten, außerhalb derselben angelegt werde. In seiner späteren Arbeit (1892) stellt Chun die Nesselzellenentwicklung folgendermaßen dar: In der Zelle, die zu einer Nesselzelle werden soll entsteht eine kleine Vacuole. Diese vergrößert sich rasch und gleichzeitig wird der Zellkern abgeplattet. Ein, aus leicht tingierbarem Plasma bestehender Zapfen, der „Nematoblast" Bedot's, wächst in die Vacuole hinein. Während nach Bedot aus diesem Zapfen der Schlauch und aus der Vacuole die Kapsel werden soll, nimmt Chun an, dass aus dem Zapfen der Faden und die Kapsel entstünden. Chun möchte den Zapfen statt Nematoblast, lieber Cnidoblast nennen. Der Zapfen füllt die Vacuole nicht ganz aus, und zeigt oft (*Physalia*-Tentakeltaster, centrale Ektodermpolster von *Velella* und *Porpita*) recht unregelmäßige und bizarre Formen. Bald verliert er seine hohe Tingierbarkeit und läßt hierauf — bei Nesselzellen mit Fadenbasalstück — zunächst dieses aus sich hervorgehen. In andren Fällen entsteht innerhalb des Zapfens eine Vacuole, in welcher jenes giftige Sekret sich ansammelt, das später die fertige Kapsel erfüllt. Die Windungen des Endfadens bilden sich innerhalb der Kapsel, nach Anlage des als Centralfaden bezeichneten Faden-Basalstückes aus. Endlich wird die Kapsel scharf abgegrenzt. Außerhalb der Kapsel soll ein Rest der Vacuole übrig bleiben, der nun die Kapsel vom Mantel trennt und so die erstere in den Stand setzt leicht aus dem letzteren herauszuschlüpfen. Was Schneider neuerlich für den, außerhalb der Kapsel angelegten und diese umwindenden Faden hält, sind nach Chun (1892) nichts andres als „Ver-

dickungsstreifen in der Wand der Nesselzelle". Die äußere Anlage und nachträgliche Einstülpung des Fadens läugnet Chun sehr entschieden. Er betrachtet Kapsel und Faden als ein einheitliches Ganzes und ist überzeugt, dass ersterer innerhalb der letzteren sich bilde. Im selben Jahre führte Schneider (1892) seine Angaben von 1891 (s. o.) weiter aus. Er zeigt nun, dass die erste Anlage der Nesselkapsel bei *Forskalea contorta* ein scharf begrenzter, wahrscheinlich von einer Membran ausgekleideter Raum ist, in welchem sich Sekret angesammelt hat. Faden- und Kapselwand sollen durch Fibrillenverklebung entstehen. Der Faden wird außerhalb der Kapsel gebildet und vom Ende her in letztere eingestülpt. Vor der Einstülpung, so lange sich der Faden noch außerhalb der Kapsel befindet, soll er viel dicker sein und viel mehr Sekret enthalten, als nachher in der Kapsel. Auch bei *Carmarina hastata* bildet sich der Schlauch extrakapsulär.

Nach Murbach (1893, 1894) teilen sich jene interstitiellen Zellen, aus denen die Nesselzellen hervorgehen amitotisch. Im übrigen gleichen sie den Mutterzellen der Geschlechtsprodukte. Sie haben einen sehr großen Kern und nur wenig Plasma: namentlich bei *Hydra* bildet das letztere oft einen kaum nachweisbar dünnen Belag auf der Kernoberfläche. Die erste Kapselanlage erscheint als ein längliches oder kugeliges, glänzendes Körperchen innerhalb des Kernes. Dasselbe rückt an die Kernoberfläche und erlangt einen hellen Hof. Von diesem Kapselkeim aus wächst der Faden nach außen vor, wobei er sich in Schlingen um den Kern herumlegt. Später stülpt sich der solcherart angelegte Faden in die Kapsel hinein zurück. Aus dieser ersten Kapselanlage geht die innere der beiden Schichten hervor, aus denen, wie oben erwähnt, die ausgebildete Kapsel besteht. Die äußere Schicht der Kapselwand wird vom umgebenden Plasma aus als Sekret auf der Oberfläche dieser ersten niedergeschlagen. Die schließlich erfolgende Einstülpung des Fadens soll eine Folge der chemischen Veränderungen sein, die das Plasma der Zelle während der Kapselentwicklung durchläuft. Es soll dabei nämlich Wasser aus der Kapsel heraus-, und in das umgebende Plasma hineindiffundieren. Hiedurch würde der intrakapsuläre Druck herabgesetzt, niedriger als der extrakapsuläre, und deshalb dann der Faden in die Kapsel hineingedrückt. Da der schlauchförmige Faden an der Spitze am zartesten ist, so wird dem überwiegenden, äußeren Drucke an dieser Stelle der geringste Widerstand entgegengesetzt werden und dementsprechend hier die Einstülpung beginnen.

Die jungen, in Entwicklung begriffenen Kapseln haben nach Murbach (1894) recht verschiedene Formen. Bei vielen Actinien umgreifen sie in Gestalt eines Hufeisens den Kern. Mit der Streckung der Rundung und der Annahme der definitiven Gestalt, geht häufig

eine Drehung der Kapsel um 90° oder 100° innerhalb der Nesselzelle Hand in Hand.

Im Gegensatze zu Murbach, Chun u. a. behauptet Schneider (1894), „dass der in der interstitiellen Zelle auftretende helle Raum in toto der Kapselanlage entspricht . . . und dass in diesen der außen angelegte Faden eingestülpt wird". Die Untersuchung von Nesselzellenjugendstadien bei *Forskalea*, *Velella*, *Porpita* und *Carmarina* hat Schneider (1894) zu der Ueberzeugung geführt, dass die von andren Autoren als in den Kapselraum hineinragende Stäbchen, Keulen etc. beschriebenen Dinge nichts andres als durch Reagentienwirkung erzielte, artefakte Schrumpfungserscheinungen sind. Die Kapselanlage schmiegt sich dem Kerne an. Die erste Anlage des, anfangs um den Kern geschlungenen Fadens dürfte, nach Schneider (1894) vom Kern secerniert aber nicht im Kern gebildet werden. Schneider hat bis zu zehn Windungen des jungen Fadens um den Kern beobachtet. Das Basalstück des Fadens wird ganz — nicht wie Murbach glaubte, bloß teilweise — eingestülpt und die Dornen differenzieren sich erst nach der Einstülpung aus den drei Längsrippen, deren früheres Vorhandensein durch die dreieckige Gestalt der Terminalöffnung des sich einstülpenden Fadens demonstriert wird. Innerhalb der Kapsel soll der aufgerollte, schlauchförmige Faden vollkommen leer sein. Die äußere Schichte der Kapselwand soll durch Verdichtung der, aus dem Inneren heraus und durch die innere Kapselwand hindurch diffundierten Substanz gebildet werden. Erst nachdem die Nesselzelle an ihrem Bestimmungsorte angelangt ist, bilden sich Stiel und Cnidocil aus.

Es nehmen Nussbaum, Zoja und neuerlich auch Schneider, im Einverständnis mit Jickeli, eine extrakapsuläre Bildung des schlauchförmigen Nematocysten-Fadens und eine spätere Einstülpung desselben in die Kapsel hinein an, während Wilson, Bedot und Chun an der seiner Zeit von Möbius behaupteten intrakapsulären Bildung des Fadens festhalten. Iwanzoff (1896a), der neueste Bearbeiter dieses Themas sagt, dass der Faden während der Entwicklung allerdings nach außen hervorrage, dass aber sein Endteil schon von Anfang an in den basalen, nach außen frei vorragenden Fadenteil eingestülpt sei. Wächst nun der eingestülpte (innere) Fadenteil rascher wie der äußere so wird sein Ende bald bis in die Kapsel vordringen und hier Windungen bilden. Wächst dagegen das äußere, nicht eingestülpte Fadenteil schneller als der innere, so gelangt das Fadenende während der Entwicklung überhaupt nicht in die Kapsel hinein, wogegen die extrakapsuläre Fadenanlage eine entsprechend bedeutendere Größe erlangt. Erst wenn der Faden seine volle Größe erreicht hat, stülpt er sich ganz in die Kapsel ein, worauf die Dornen gebildet werden.

Die jüngsten Entwicklungsstadien von Nesselzellen in den Acontien von *Aiptasia* führen amoeboide Bewegungen aus und enthalten die Kapselanlage in Gestalt einer kleinen Vacuole. Letztere liegt im Plasma und nicht, wie von andrer Seite behauptet worden ist, im Kern. Die Vacuole wird oval, erlangt eine Membran und wächst. An einem Ende dieser Vacuolenmembran, die nichts andres als die Kapselanlage ist, bildet sich eine Ausstülpung, welche wächst und sich in Schlingen um die Kapsel legt. Die Kapsel selbst hat inzwischen zwar schon eine zylindrische Gestalt angenommen, ihre Wand ist aber noch einschichtig. Der Faden wird vom distalen Ende her eingestülpt. Die ersten Phasen dieser Fadeneinstülpung entziehen sich zwar der Beobachtung, aber gleichwohl ist es sicher, dass, wie oben schon angedeutet, die Einstülpung lange vor der Vollendung der Fadenbildung beginnt. In der Umgebung der Kapsel findet sich im Leben kein heller Hof. Wo er beobachtet wurde ist er nur ein, durch Reagentienwirkung zu Stande gebrachtes postmortales Artefakt. Als Ursache der Fadeneinstülpung wird die beim Wachstume innerhalb der Kapsel zu Stande kommende Herabsetzung des Druckes bezeichnet. Nicht an der Spitze, sondern nahe der Basis beginnt die Einstülpung des Fadens. Die Kapsel verkleinert sich beim Ausreifen. Ganz ähnlich verläuft nach Iwanzoff (1896a) die Entwicklung der Nesselzellen bei *Carmarina hastata*. Hier wird die vacuolenähnliche Kapselanlage bohnenförmig und umgreift dann den Kern. Im Inneren der Kapsel ist früh eine knäulartige Fadenanlage zu sehen. Später sieht man auch außerhalb der Kapsel — neben dem Kerne — einen Faden. Der letztere ist doppelt; er besteht aus einem äußeren, freien, und einem inneren eingestülpten Teile, welcher sich in das intrakapsuläre Fadenknäul fortsetzt. Schließlich bildet der äußere Faden mehrere (bis zu sechs) Windungen um den Kern, worauf er ziemlich plötzlich, ganz in die Kapsel hineingestülpt wird. Der äußere, nicht tingierbare Teil des Kapselinhaltes verdichtet sich zur inneren Schicht der Kapselwand, während der stark tingierbare Innenteil unverändert als Kapselfüllmasse zurückbleibt. Endlich streckt sich die Kapsel gerade und erhält ihre bleibende Gestalt, worauf auch in ihrem Inneren das gerade herabhängende Faden-Basal-(Axen-) Stück deutlich wird. Auch hier wird eine Verkleinerung der Kapsel beim Ausreifen bemerkt.

Die Entwicklungsgeschichte zeigt, dass die zwei Schichten der Kapselwand in einer ganz andren, als der bisher angenommenen Weise gebildet werden, und dass der Faden nicht als eine Fortsetzung der inneren Schicht — die eine sekundäre Bildung ist — sondern als eine Fortsetzung der äußeren Schicht — welche zuerst angelegt wird — angesehen werden muss.

Auch bei den Siphonophoren hat Iwanzoff (1896a) die Entwicklung der Nesselzellen verfolgt. Auch hier erscheint die erste, vacuolen-

ähnliche Kapselanlage in den Kern eingesenkt. Dieselbe wächst und ihre Wand nimmt den Charakter einer Membran an. Der Inhalt differenziert sich in eine innere, schwach lichtbrechende, stark tingierbare, und eine äußere stark lichtbrechende und nicht tingierbare Schicht. Die letztere verdichtet sich zur inneren Wandschicht der Kapsel. Bei einigen liegt ein Teil des Fadens während der Entwicklung im Inneren der Kapsel, bei andren — *Physophora* z. B. — ist dies nicht der Fall und bei diesen erreicht dementsprechend auch die extrakapsuläre Fadenanlage eine ganz ungewöhnliche Länge: sie bildet bis zu acht Windungen.

Alle diese entwicklungsgeschichtlichen Angaben beziehen sich auf die Nematocysten; über die Bildungsweise der Spirocysten ist nichts bekannt.

Oft liegen die fertigen, im Gebrauche stehenden Nesselzellen fern von den Orten, wo Nesselzellen sich entwickeln. Dies gilt auch für die Nesselzellen der Hydratentakeln. Da man niemals, selbst nicht in jungen oder frisch regenerierten Tentakeln, Jugendstadien von Nesselzellen, sondern immer nur fertige antrifft; da der Verbrauch an diesen Waffen im Tentakel ein sehr bedeutender ist, da sie trotzdem immer in bedeutender und annähernd gleich großer Zahl auf demselben angetroffen werden und da am *Hydra*-Leibe fortwährend junge Nesselzellen sich entwickeln, nimmt Nussbaum (1887), im Einverständnisse mit Jickeli und Bedot eine Wanderung der Nesselzellen von ihren Bildungsstätten am Leibe nach ihren Verbrauchsorten an den Tentakeln an. In ähnlicher Weise sollen nach Schneider (1891) die Senkfäden der *Forskalea* und die Tentakeln der *Carmarina* von den, an ihren Basen gelegenen Nesselwülsten, in denen sich allzeit Nesselzellen entwickeln, aus versorgt werden. Bei diesen sollen die Nesselzellen ihren Bestimmungsort ebenfalls durch aktive Wanderung erreichen. Auch Chun (1891) thut solcher Nesselwülste bei verschiedenen Cnidarien, namentlich Siphonophoren — Außenseite der großen Taster, welche bei *Physalia* die Fangfäden tragen z. B. — Erwähnung und giebt an, dass sich die Nesselzellen dieser Wülste nicht in einem Zustande vollkommener Ausbildung befinden und niemals losgehen. Dass diese Nesselzellen eine Ersatzreserve bilden und nach den Nesselzellen-Verbrauchsarten vorgeschoben werden, sagt Chun jedoch nicht; er behauptet im Gegenteile, dass bei *Stephanophyes superba* ein Nachschub von Kapseln in keiner Batterie vorkomme und giebt später an andrer Stelle (Chun 1892) an, dass er in keinem Falle ein Ueberwandern der Nesselzellen von einem Bildungsherde nach einem Verbrauchsorte mit Sicherheit habe nachweisen können: die von Schneider für *Forskalea* angegebene Nesselzellenwanderung soll bei den von Chun untersuchten Siphonophoren nicht stattfinden. Dagegen hält Schneider (1892)

an seiner Nachschubtheorie fest und meint, dass eine „zeitweise Beförderung" von Nesselzellen im *Forskalea*-Fangfaden stattfände, weil man im Subepithel derselben zuweilen sehr viele und zuweilen gar keine Nesselzellen antrifft. In einer späteren Arbeit giebt Schneider (1894), diese Nachschubtheorie, wenigstens in Bezug auf die *Forskalea*-Fangfäden auf, behauptet aber, dass allgemein eine solche Wanderung gegen den Polypenmund hin stattfände und dass die Nesselzellen bei *Velella* und *Porpita* von dem bekannten „Centralorgane" aus, auf die Taster und Polypen hinüberwanderten. Murbach (1894) endlich, will die Wanderung einer, ihre Form fortwährend ändernden Nesselzelle im Subepithel von *Pennaria* direkt beobachtet haben. Auch hat er wandernde Nesselzellen in den Kanälen gesehen, welche bei *Velella* die dicke Stützlamelle durchsetzen, die hier Bildungs- und Verbrauchs-Ort der Nesselzellen von einander trennt. Oft sollen die Nesselzellen ein Cnidocil bilden noch ehe sie an ihrem eigentlichen Bestimmungsorte angelangt sind. Iwanzoff (1896a) stellt sich diesen Angaben entgegen: er glaubt nicht an eine Wanderung der Nesselzellen von den Nesselwülsten an den Tentakelbasen etc., die auch er als Bildungsherde derselben ansieht, aus, nach den Verbrauchsorten, sondern hält diese Wülste für Anlagen, von denen aus die häufig verloren gehenden Tentakeln, natürlich gleich mit ihrer vollen Nesselzellenarmatur ausgerüstet, neu gebildet werden. Als einen der Gründe gegen die Nachschubstheorie führt Iwanzoff die Thatsache an, dass manche Siphonophoren-Nesselkapseln viel dicker als die Fäden sind, die sie — jene Theorie als richtig vorausgesetzt — durchwandern müssten, um an ihren Bestimmungsort im Nesselknopfe zu gelangen. Schneider (1896) hält dagegen auch in seiner neuesten Publikation an der Anschauung fest, dass bei den Siphonophoren im Ektoderm der basalen Abschnitte der Polypen eine Nesselzellen-Bildungsstätte vorhanden sei „von der aus in vielen Fällen der Fangfaden mit Geschossen versorgt wird".

IV. Physiologie.

Bekanntlich habe ich (1887, 1887a) die Theorie aufgestellt, dass die Nesselzellen reflektorisch, auf jeden Cnidocilreiz hin losgehen können, dass diese Reflexaktion aber, wenn sie dem Tiere keinen Vorteil oder gar einen Nachteil brächte, durch einen, vom subepithelialen Nervenplexus ausgehenden Hemmungsreiz verhindert werde. Nussbaum (1887) traut dagegen der Nesselzelle selber eine hinreichende Urteilsfähigkeit zu, um immer zu wissen, wann sie (auf Berührung des Cnidocils hin) losgehen soll und wann nicht: aus sich selbst heraus, und ohne vom Nervensystem des Tieres irgendwie abhängig zu sein, soll sie auf äußere Reize hin ihre Entschlüsse fassen und entsprechend handeln. Ferner behauptet Nussbaum (1887), dass die verschiedenen Nesselzellenarten der *Hydra* auf verschiedene Reize hin — nicht alle

auf den gleichen Reiz — durch Explosion reagieren: die einen, wenn eine breite Fläche, die andren, wenn ein Haar ihr Cnidocil berührt. In Bezug auf die Thatsache, dass nicht jede Cnidocilberührung ein Losgehen der betreffenden Nesselzelle veranlasst, habe ich (1887, 1887a) gezeigt, dass wenn verschiedene Teile des Tieres bei der Bewegung, namentlich bei der Zusammenziehung desselben, gegen einander drücken, oder wenn Sandkörner auf Actiniententakel fallen, keine Nesselzellenexplosion erfolgt. Nach Zoja (1890) läuft auch die *Trichodina pediculus* auf der *Hydra* herum, ohne Nesselzellenentladungen zu veranlassen. Viguier (1890) schließt sich in Bezug auf die Art der Schussauslösung auf einen Cnidocilreiz hin, Nussbaum an. Er glaubt, dass das Cnidocil — er wird wohl die ganze Nesselzelle meinen — selber im Stande wäre, festzustellen, wann geschossen werden solle, und wann nicht, so dass der von mir supponierte Reflexmechanismus gar nicht nötig ist. Während dieser Autor (bei *Tetraplatia volitans*) nie eine Verbindung zwischen Nesselzellen und subepithelialen Nerven (er hat überhaupt keine Ganglienzellen aufgefunden) sah, giebt Schneider (1890) an, bei *Hydra* einmal eine solche beobachtet zu haben, welche Beobachtung er freilich, weil er sie nicht wiederholen konnte, für sehr zweifelhaft hielt. Dennoch nimmt er einen Zusammenhang zwischen Nesselzellen und subepithelialen Ganglienzellen durch das Plasma der Deckzellen, in denen die Nesselzellen stecken, an. Die Nesselzellen des *Hydra*-Tentakels sollen nach Schneider nebenbei auch als Sinneszellen fungieren. Nach Chun (1891) lassen die jugendlichen Nesselknöpfe von *Agalma rubrum* auf der Dorsalseite einen Nervenstrang erkennen, welcher distal starke Seitenzweige abgiebt und vor dem Endknopfe in eine große, verästelte Ganglienzelle mit mehreren Kernen ausläuft. Auch bei *Velella* und *Physalia* hat Chun reich verästelte Ganglienzellen gefunden. Das normale Cnidocil hält dieser Autor nicht für einen „Schlagbolzen", sondern für ein Sinneshaar. Als solches teilt es den dasselbe treffenden Reiz dem Plasmamantel der Nesselzelle mit. Durch die Kontraktion des letzteren und namentlich des Stieles, wird dann die Explosion der Nesselkapsel herbeigeführt. Die „Muskelstiele" durch nervöse Apparate verbunden gedacht, kann man sich nach Chun vorstellen, wie ein, nur ein einziges Cnidocil treffender Reiz genügt um eine größere Anzahl von (benachbarten) Nesselzellen zur Entladung zu bringen. Die von Chun vermutete Verbindung der Nesselzellen mit dem Nervensystem des Tieres soll keinem andren Zwecke als der weiteren Uebertragung des Reizes auf andre Nesselzellen dienen: eine solche hemmende Funktion, wie ich ihnen zuschrieb, teilt Chun jenen Nerven nicht zu. Auch Chapeaux (1892) nimmt (bei *Hydra*) eine Verbindung der Nesselzellen mit den Ganglienzellen an. Er glaubt, wie Chun, dass die Berührung eines Cnidocils nicht nur die Explosion der Kapsel zu der es gehört,

sondern auch benachbarter Kapseln zur Folge habe. Daher müssen Nerven-Verbindungen vorhanden sein und bei der Entladung eine Rolle spielen. Nach Goto (1895) sind die jungen Nesselzellen in den Siphonen von *Physalia* durch Plasmastränge verbunden, welche wohl zur Reizübertragung und zur Veranlassung der Entladung einer größeren Anzahl von ihnen auf einen einzigen, lokalen Reiz hin, dienen könnten. Grenacher (1895) hält es für nicht ausgeschlossen, dass der Cnidocilreiz durch die Nesselzelle auf den subepithelialen Nervenplexus und weiterhin auf die Muskeln übertragen würde. Diese sollen sich daraufhin solcherart zusammenziehen, dass der betreffende Teil (im Tentakel z. B.) dem Objekte, von dem der Reiz ausging, zugewendet wird. Nach Bedot (1896) könnte wohl bei Cnidarien, nicht aber bei andren nesselnden Tieren (Aeoliden z. B.) ein einfacher Cnidocilreiz zur Veranlassung einer Explosion genügen. Iwanzoff (1896a) glaubt, dass die erste Ursache des Schusses entweder ein Druck auf das Cnidocil oder eine plötzliche Kontraktion des, die Nesselzelle umgebenden Gewebes sei.

Ob nun der Reiz bloß vom Cnidocil, oder ob er auch unter Umständen vom subepithelialen Nervenplexus ausgeht; ob ein Hemmungsreiz die Schuss-veranlassende Reflexaktion verhindert, oder ob dies nicht der Fall: jedenfalls schien es immer notwendig, eine Kontraktion, sei es des Mantels, sei es des Stieles, sei es der Kapsel selbst oder des umgebenden Gewebes als die mechanische Ursache des Schusses anzunehmen. Ich (1887, 1887a) habe direkt die Mantelkontraktion als mechanische Schussursache bezeichnet. Auch Nussbaum (1887) ist dieser Meinung. Er nimmt an, dass sich die Kapsel in einem starken Spannungszustande befinde, und dass der Manteldruck, zu dieser Spannung hinzukommend, mit ihm vereint den Widerstand überwinde und den Schuss veranlasse. Zoja (1890) führt als Beweis dafür, dass der Manteldruck die Explosion veranlasse, die Beobachtung an, dass bei *Hydra* die abgeschossenen Kapseln viel schlanker, als die geladenen sind. Auch Schneider (1890) ist der Ansicht, dass die mechanische Schussursache in einer Mantel- und zum Teil vielleicht auch in einer Stielkontraktion zu suchen sei. Jeder andre Erklärungsversuch wird von ihm als ziemlich aussichtslos bezeichnet. Nach Chun (1891) soll die Kapselspannung im Vereine mit dem, beim Abreißen der „gefensterten Lamelle" zu Stande kommenden Drucke die mechanische Ursache der Entladung der großen, des Muskelmantels und -Stiels entbehrenden Kapseln in den Nesselknöpfen der Siphonophoren sein. Chapeaux (1892) erblickt im Manteldrucke die mechanische Schussursache, und auch Schneider (1892) wiederholt seine früheren Angaben, fügt diesen aber jetzt die Bemerkung hinzu, dass in jenen Fällen, in denen die „äußere Muskelhülle", der Mantel, fehlt, die äußere Kapselwandschicht sich kontrahieren und den Faden hervorstoßen dürfte. Er schreibt also jetzt, der äußeren Schicht der Kapsel

selbst eine muskulöse Natur zu. Auch Murbach (1894) hält die Mantelkontraktion für die mechanische Schussursache. Grenacher (1895) schließt sich insofern Nussbaum an als er sagt, dass normaler Weise ein starker Druck in der Kapsel herrsche. Wenn nun zu diesem noch eine Druckwirkung von außen her hinzukäme, so müsste der Schuss losgehen. Diese äußere Druckwirkung kann nach Grenacher nicht Folge einer Stielkontraktion sein, eher noch einer Mantelkontraktion. Den ganzen Entladungsmechanismus stellt sich dieser Autor bei *Hydra* folgendermaßen vor: der Kapselspannung leisten das Deckelchen, und der obere Mantelrand Widerstand. Wird das Cnidocil gereizt, so glätten sich jene oben beschriebenen feinen Falten, durch die unter gewöhnlichen Umständen der Mantelrand zusammengezogen ist. Dabei erweitert sich natürlich der Ring, den der obere Mantelrand bildet; er setzt nun der Kapselspannung keinen Widerstand mehr entgegen und das Deckelchen allein ist zu schwach um der Kapselspannung Widerstand zu leisten: es wird abgeworfen und der Faden tritt hervor. Man sieht, dass auf diese Weise die Kapselspannung allein genügen würde um die Entladung herbeizuführen. Es ist selbstverständlich, dass alle diese Erklärungen der mechanischen Schussursache eine Verkleinerung des Volumens der Kapsel beim Schusse, wie sie Zoja (s. o.) auch thatsächlich beobachtet haben will, voraussetzen. Iwanzoff (1896a) hat nun gezeigt, dass einige Nesselkapseln, wie die großen von *Pennaria cavolinii* und *Halistemma rubrum*, sowie die ellipsoid-kugligen von *Agalma* sich beim Schusse allerdings etwas verkleinern und dabei dickwandiger werden; dass diese Verkleinerung jedoch der sehr beträchtlichen Vergrößerung des Gesamtvolumens von Kapsel und Schlauchfaden bei der Ausstülpung des letzteren lange nicht gleich kommt. Ferner hat es sich auch gezeigt, dass einige Kapseln, wie z. B. jene von *Caryophyllia* und *Cerianthus* beim Schusse größer statt kleiner werden. Nach dem Schusse ist das Volumen des ausgestülpten Fadens + dem Volumen der Kapsel immer, auch bei den erstgenannten, viel größer als das Kapselvolumen vor dem Schusse. Woher kommt, und was ist die Substanz, welche in den Faden und die Kapsel eindringend, jene Volumvermehrung des Ganzen beim Schusse bewirkt? Iwanzoff sagt: das Wasser. Es ist ihm nämlich gelungen, den Kapselinhalt mit Methylenblau zu tingieren, woraus er schließt, dass derselbe nicht eine einfache, bloß hydrostatisch wirkende Flüssigkeit (Wasser) ist, wie Murbach annahm, sondern eine, allerdings wasserhaltige, aber doch organische und zwar gelatinöse und giftige Substanz. Diese Substanz hält er für sehr hygroskopisch und erblickt in dieser Eigenschaft die wahre, mechanische Ursache des Schusses. In den Fällen, in denen die abgeschossenen Kapseln größer wie die geladenen sind, kann offenbar weder Manteldruck noch Kapselspannung die mecha-

nische Schussursache sein. Wenn die intrakapsuläre Substanz Wasser aufnehmen würde, so wäre die Größenzunahme der Kapsel, welche in einigen, und die Volumenzunahme des Ganzen (Kapsel + Faden), welche in allen Fällen beobachtet wird, ganz natürlich und selbstverständlich. Iwanzoff meint, dass durch einen äußeren Reiz, Stoß auf das Cnidocil, Kontraktion des benachbarten Gewebes, das Deckelchen abgeworfen und dann das Basalstück des Fadens ein bischen vorgestülpt würde. Die Kapselwand, und zwar die innere Schicht derselben, soll für Wasser ganz undurchlässig sein, so dass trotz der hygroskopischen Eigenschaft des gelatinösen Kapselinhaltes kein Wasser in die Kapsel hineingelangen kann, so lange die Nesselzelle ruht. Die Wand des schlauchförmigen, nach Abwerfung des Deckels etwas exponierten Fadens soll aber für Wasser durchlässig sein: durch sie in das Innere der Kapsel eindringend und mit der, in der letzteren enthaltenen, gelatinösen Substanz sich mischend, bewirkt es eine so starke und plötzliche Quellung und Anschwellung des Kapselinhaltes, dass der Faden rasch hinausgedrängt und ausgestülpt wird. Diese Ausstülpung, das Hervorschießen des Fadens soll in Wirklichkeit viel langsamer vor sich gehen als es unter dem Mikroskop erscheint und es soll die Fadenausstoßungsgeschwindigkeit umsomehr abnehmen, je weiter er ausgestülpt ist. Den ersten Anstoß zu der Abwerfung des Deckelchens, welche den ganzen Prozess einleiten soll, sucht Iwanzoff „in benachbarten Elementen", nicht in der Nesselzelle selbst.

So schön diese Theorie auch ist, so erscheint sie doch ganz unhaltbar. Keine so dünne und (vermutlich) chitinige Membran wie die Kapselwand wäre im Stande zu verhindern, dass Wasser auf osmotischem Wege zu der außerordentlich hygroskopischen, gelatinösen Substanz innerhalb der Kapsel gelangt; und in der That beweist die Tingierbarkeit des Inhaltes intakter Kapseln jene Wasserdurchlässigkeit der Kapselwand. Wenn aber die Kapselwand wasserdurchlässig ist, so muss sich die intrakapsuläre Substanz, sobald sie jene hygroskopische Eigenschaft erlangt hat, mit Wasser vollsaugen, und dieser Prozess wird nicht erst dann eintreten, wenn das Deckelchen abgeworfen und der Faden exponiert ist.

Wie dem auch sei, so wird doch jedenfalls bei den Nematocysten der schlauchförmige Faden, während des Schusses, in sich zurück- und dabei ausgestülpt. Ueber diesen Punkt sind alle Autoren mit Ausnahme Nussbaum's einig. Der letztgenannte giebt an (Nussbaum 1887), dass bei *Hydra* nur das Fadenbasalstück wirklich ausgestülpt werde und dass dann der dünne Endfaden in Gestalt einer Schlinge aus dem Ende des ausgestülpten Basalstückes hervortrete; wonach — in dieser Hinsicht ist Nussbaum's Darstellung unklar — also der Endfaden beim Schusse nicht umgestülpt würde. Das Basalstück des Fadens soll, wenn nur dieses (und

nicht auch der Endfaden) ausgestoßen ist, bauchig aufgetrieben erscheinen. Nach Nussbaum (1887) sollen glatte Oberflächen von Beutetieren von den Fäden der großkapsligen Nesselzellen gespickt, Haare und Borsten aber von den Fäden der kleinkapsligen (Sorte 3) umwunden werden. Die großkapsligen (der Sorte 2) sollen überhaupt nicht zur Betäubung, beziehungsweise zum Fange von Beutetieren verwendet werden, sondern ausschließlich als Defensivwaffen wirken und nur durch Druck oder Essigsäurezusatz künstlich zur Entladung gebracht werden können. Der Faden der großkapsligen *Hydra*-Nesselzellen soll beim Schusse normaler Weise abbrechen, und das Gift aus der Bruchstelle hervortreten. Man findet, sagt Nussbaum (1887) diese Fäden entweder entleert, dünn und untingierbar; oder nicht entleert, dick, und von einer tingierbaren Substanz, dem noch nicht ausgeflossenen Gifte erfüllt. Auch soll nach dem Schusse die Kapsel keinen Farbstoff mehr aufnehmen. Ich habe dementgegen gefunden, dass viele von den abgeschossenen Kapseln (bei Actinien) einen färbbaren Inhalt besaßen. Nussbaum (1887) behauptet, dass die großen *Hydra*-Nesselkapseln beim Schusse immer mit samt dem Faden ausgestoßen werden. Danielssen (1889) giebt an, dass (bei *Cerianthus borealis*) das Gift beim Schusse von der Kapsel aus in den schlauchförmigen Faden eindringe. Viguier (1890) ist der Ansicht, dass der Nesselfadenschlauch eine terminale Oeffnung besitze. Der giftige Kapselinhalt soll beim Schusse in den Faden hineingepresst werden, diesen durchfließen und durch die terminale Oeffnung austretend in die vom Faden erzeugte Wunde eingeführt werden. Viguier behauptet das Austreten von Gifttröpfchen — die sich in Osmiumsäure bräunten — aus dem Fadenende direkt beobachtet zu haben und bildet diese Tröpfchen ab. Selbstverständlich könnte man solche Tröpfchen in dem Wasser, in dem das Objekt liegt, nur dann sehen, wenn das Gift eine, mit Wasser nicht mischbare, etwa fettartige Substanz wäre. Da sich nun aber dieses Nesselgift allem Anscheine nach sehr gut mit Wasser mischt, so können jene, von Viguier beobachteten Tröpfchen das Nesselgift wohl nicht gewesen sein.

Viguier und die andren Autoren, welche behaupten, dass das Gift den ganzen Fadenschlauch durchströme um am Ende desselben auszutreten, scheinen nicht zu bedenken, welchen großen Reibungswiderstand eine so lange und so enge Röhre, wie der Nesselfaden eine ist, der Bewegung einer sie durchströmenden Flüssigkeit entgegensetzt. Nach der Poisseuille'schen Formel $V = \frac{P}{8} \frac{R^4}{\mu l}$ könnten bei Schlauchfadendimensionen, wie Viguier sie von den *Tetraplatia*-Nesselzellen angiebt (1890, Fig. 17): Schlauchdurchmesser 0.0007 mm, Schlauchlänge 2 mm, in Zeit von 10 Sekunden (länger dauert es sicher nicht bis die Vergiftung eintritt) und unter der Annahme, dass

1. der Schlauch in Folge seiner Elastizität beim Hindurchfließen des Giftes während des Schusses auf das zehnfache seiner Weite ausgedehnt wird und dass 2. die Druckdifferenz P (Kapselspannung) 10 Atmosphären betrage, nur $\frac{162}{10^{10}}$, und wenn 1000 solche Nesselzellen zugleich wirken, nur $\frac{162}{10^{7}}$ Kubikmillimeter Gift, eine wohl kaum hinreichende Menge, in das Beutetier eingespritzt werden.

Auch Schneider (1890) ist der Ansicht, dass das Gift in der Kapsel enthalten ist und beim Schusse durch den Faden und durch eine an seinem Ende befindliche Oeffnung die er allerdings nicht beobachtet hat — ausgespritzt wird. Im Gegensatze zu Nussbaum behauptet Schneider, dass der Faden normaler Weise nicht abbreche.

Zu Beginn der Ausstülpung bilden die drei Basaldornen der *Hydra*-Nesselfäden, wie auch schon frühere Autoren angegeben haben, nach Schneider einen dreikantigen Dolch, welcher in das Beutetier eindringen kann. Bei *Forskalea* hat Schneider (1892) bemerkt, dass der Fadenschlauch durch das in ihm emporgetriebene Sekret stark dilatiert wird. Nach Murbach (1894) soll — wie seinerzeit auch ich (1887) geglaubt hatte — das Gift innerhalb des, in der Kapsel in sich selbst zurückgestülpt ruhenden Schlauchfadens liegen, um dann, bei der Explosion und Umstülpung desselben, an die äußere Fadenoberfläche zu gelangen. Dementgegen soll der eigentliche, außerhalb des Fadens liegende Kapselinhalt nur hydrostatisch wirken. Schneider (1894) hingegen hält an der Anschauung fest, dass eben diese außerhalb des Fadenschlauches befindliche, intrakapsuläre Flüssigkeit das wahre Gift, der zurückgestülpte, ruhende Faden aber völlig leer sei. Grenacher (1895) hat Nesselfäden von *Hydra* in einer Mückenlarve und Nesselfäden einer Siphonophore in *Salpa democratica* gefunden. Bei der letzteren sah er die Nesselfäden gerade ausgestreckt die Gallerte durchsetzen, während die Kapseln außen anhafteten. Grenacher vergleicht die Bohrwirkung des Nesselfadens mit jener des *Tetrarhynchus*-Rüssels. Während der Fadenausstülpung bilden die Dornen immerfort neue Stilete am Gipfel des vorrückenden Fadens, die sich dann, ebenso wie die Ausstülpung fortschreitet, hakenartig umlegen und den Faden im Gewebe der Beute verankern. Wenn auch viele, oder gar die meisten Fäden nicht in das Beutetier eindringen sondern nur der äußeren Oberfläche desselben anhaften, so erfüllen nach Grenacher doch nur jene ihren eigentlichen Zweck, welche sich einbohren, weil eben nur diese ihr Gift dorthin bringen, wo es wirken kann. Der giftige Kapselinhalt soll durch die Fadenwand hindurch diffundieren, eventuell aus Rissstellen hervortreten. Das Vorhandensein einer Oeffnung am Fadenende scheint Grenacher nicht für wahrscheinlich zu halten. In ähnlicher Weise schildert

Iwanzoff (1896a) das Eindringen der Fäden der großkapseligen Nesselzellen von *Pennaria cavolini*, nur meint er, dass der Basalteil beim Weitereindringen des Endteils wieder hinausgedrückt würde. Die großen Basaldornen bilden ein starkes, chitiniges Stilet, welches den Hautpanzer des Beutetieres durchbohrt und so freie Bahn für das Eindringen des Endfadens in die tieferen, meist weicheren Gewebelagen desselben schafft. Während der Ausstoßung wird der Faden sehr stark aufgebläht und in dem aufgeblähten, äußeren Teile bewegt sich der innere, nicht aufgeblähte Teil leicht vorwärts. Das Gift soll durch Zerreißung des Fadens in die Wunde gelangen.

Ueber die Heftigkeit der Giftwirkung macht Iwanzoff (1896a) eine interessante Mitteilung. Er sagt, dass er einmal einen *Halistemma*-Nesselknopf in der Hand zerdrückt und dabei einen brennenden Schmerz verspürt habe, welcher allmählich abnehmend, drei Wochen lang fühlbar war. Auch konnte er mit der Loupe die Stiche sehen, welche die einzelnen Nesselfäden in seiner Haut erzeugt hatten.

Die von Chun (1891) beschriebenen, Adlerschnabel-artigen Cnidocils in den eichelförmigen Nesselknöpfen der *Stephanophyes superba* sollen zur Festhaltung des Beutetieres dienen, welches dann, durch seine Fluchtversuche einen kräftigen Zug ausübend, die gefensterte Membran des Nesselknopfes abreisst und die Hauptbatterie zur Entladung bringt.

Ich selbst habe neuerlich Experimente mit verschiedenen Gemischen von Gelatine und Wasser gemacht, Gallerten, welche in feine Scheiben zerschnitten, so an Actiniententakel (*Bunodes gemmaceus*) herangebracht wurden, dass die Nesselfäden sich in die Ränder dieser Gallertplatten einbohrten. Diese Scheiben wurden dann auf einem Objektträger unter das Mikroskop gebracht. So konnte ich die nesselfadengespickte Randfläche der Gallertplatte schön im Profil, von der Seite beobachten. Ist die Gelatine sehr hart (reine Gelatine frisch ins Wasser gebracht), so haften ihr außen zahlreiche Nesselkapseln mit ganz ausgestülpten Nematocystenfäden sowie ausgestoßene auf- oder noch zusammengerollte Spirocystenfäden an. In solche Gelatine vermögen die Nesselfäden gar nicht einzudringen. Bei Anwendung einer Gallerte von 50proz. Gelatine sind viele Fäden ganz ausgestoßen und oberflächlich angeheftet und einige wenige in die Gallerte eingedrungen. Von den letzteren ist jedoch nur das Basalstück — von Kapsellänge etwa — ausgestülpt. Dasselbe erscheint stark aufgetrieben mit, in distaler Richtung abstehenden Dornen und hat die Gestalt einer Weizenähre. In diesem ausgestoßenen Basalstück liegt — aufgerollt — der Endfaden; bis in die Kapsel zurück reicht der letztere nicht. Weiter ausgestülpt und tiefer eingedrungen sind die Nematocystenfäden bei Anwendung von 20proz. Gelatine. Die ausgestülpten Fäden sind hier 0.04—0.16 mm lang; die Kapseln, zu denen sie gehören, liegen

der Gallertoberfläche dicht an. Die am weitesten eingedrungenen Fäden erscheinen etwas verkrümmt: im Ganzen verlaufen aber alle senkrecht zur getroffenen Gallertoberfläche. Auch bei Anwendung von 5proz. Gelatine — und diese möchte ich für solche Versuche als die passendste empfehlen — stecken sehr viele, nur zum geringen Teile ausgestülpte weizenährenähnlich aufgeblähte Fäden senkrecht in der Gallerte. Wendet man endlich 2proz. Gelatine-Lösung — das ist schon eine sehr weiche, schwer zu handhabende Gallerte — an, so findet man zumeist ganz ausgestülpte, senkrecht in die Gallerte eingedrungene, schwach geschlängelte Fäden.

Man kann diese losgegangenen Nesselkapseln und Fäden z. T. sehr gut tingieren. Es macht den Eindruck als ob die Tingierbarkeit des Kapsel- und Faden-Inhaltes im umgekehrten Verhältnisse zum Grade der Fadenausstülpung stünde. Es ist diese Regel jedoch an Ausnahmen sehr reich: oft sind Kapseln mit weit ausgestoßenem Faden stärker als solche tingiert, bei denen der Faden nur wenig oder gar nicht hervorgestülpt ist.

V. Schlussbetrachtung.

Ueberblicken wir nun die Fortschritte, welche die Nesselzellenforschung im Laufe des letzten Decenniums gemacht hat, so erkennen wir die Notwendigkeit, einige von unsren Anschauungen über dieselben zu modifizieren.

Der von mir und Schneider vertretenen Auffassung der Nesselzellen als Drüsenzellen hat sich nun jene Iwanzoff's als plausibel hinzugesellt, wonach sie modifizierte Epithelzellen wären. Die Anschauungen von Chun, nach denen sie Neuromuskelzellen, und jene von Chapeaux, nach denen sie Sinneszellen wären, erscheinen durch die neueren Funde widerlegt.

Ein entschiedener Fortschritt ist die wahre Erkenntnis des prinzipiellen Unterschiedes zwischen Nematocysten und Spirocysten, die wir Bedot verdanken.

Die zuerst von Chun aufgestellte und von vielen Autoren acceptierte Behauptung, dass der Stiel der Nesselzelle muskulös sei, wird von den Ergebnissen der neuesten Untersuchungen nicht bestätigt, ja es ist sogar zweifelhaft geworden, ob der Mantel muskulös ist. Die von Chun und Bedot beschriebene Querstreifung des Stieles und eines Teiles des Mantels gewisser Siphonophorennesselzellen (*Velella* etc.) hat sich als eine, durch das Vorhandensein eines feinen elastischen Fadens hervorgerufene Täuschung entpuppt. Dieser Faden ist an die Stützlamelle angewachsen, er durchzieht oder umzieht in Gestalt einer Spirale den Stiel, bildet dann häufig unter, beziehungsweise neben der Kapsel ein Knäul und heftet sich vermutlich mit seinem Distalende an die Kapsel selbst an. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen,

dass dieser Faden als Angelschnur oder Harpunenleine wirkt, indem er die abgeschossene, durch den Nesselfaden an das Beutetier angeheftete Kapsel festhält und das Beutetier wohl auch, in Folge seiner Elastizität, näher heranzieht. Bei Hydromedusen und Siphonophoren sind mehrfach Fäden beobachtet worden, die am Ende Nesselkapseln tragen und wohl auch als solche elastische Angelschnüre oder Harpunenleinen anzusehen sein werden.

Die Wand der Nesselkapsel ist doppelschichtig. Hierüber sind alle neueren Autoren einig. Während aber die meisten den Fadenschlauch als eine Fortsetzung der inneren Wandschicht ansehen, vertritt Iwanzoff die Meinung, dass er eine Fortsetzung der äußeren Wandschicht oder beider Wandschichten sei.

Während der Spirocystenfaden stets glatt ist, trägt der Nematocystenfaden normaler Weise drei, spiralig angeordnete Längsreihen von Dornen, die im allgemeinen von der Basis gegen das Fadenende an Größe abnehmen, und deren drei unterste bei den Hydroiden zu mächtigen Stacheln geworden sind. Beim Hervorstülpen des Fadens müssen alle diese (im ruhenden Fadenschlauch nach Innen ragende) Dornen natürlich nacheinander hervortreten, und zwar zuerst zu einem Stilet zusammengelegt, das, einem dreikantigen Stichbajonett ähnlich wirkend, in das Gewebe des Beutetieres eindringt. Bei der weiteren Hervorstülpung des Fadens legen sich die drei Dornen dieses Stilets nach Außen um und bilden Widerhaken, welche das Hinausgleiten des Fadens in Folge des, mit seinem weiteren Vordringen verbundenen Rückstoßes verhindern. Irrtümlich hat Iwanzoff behauptet, der Faden würde durch diesen Rückstoß (beim Weitervordringen) teilweise wieder ausgestoßen. Da ein sehr großer Teil der Beutetiere der Cnidarier, Crustaceen, Tiere mit hartem Hautpanzer also sind, so musste die Zuchtwahl dahin streben, den Faden zur Durchdringung solcher Exoskelete geschickt zu machen. Dieses Ziel hat sie durch die Vergrößerung der Basaldornen, namentlich bei den Hydroiden, zu erreichen gesucht. Im Ganzen ist der rasch hervorbrechende und dabei um die eigene Axe schraubenartig sich drehende, dreikantige Nesselfaden mit seinen nach Außen und Hinten sich umlegenden Dornen ein Bohrinstrument von außerordentlicher Leistungsfähigkeit, das, wie Grenacher sehr richtig bemerkt, jedenfalls zum Eindringen in die, und nicht bloß zum Anschmiegen an die Beute bestimmt ist.

Während frühere Autoren in der Kapselspannung und dann in dem, bei der Kontraktion des Mantels, beziehungsweise Stieles zustande kommenden Drucke die mechanische Entladungsursache sahen, hat Iwanzoff die starke Wasseranziehung und Quellbarkeit des Kapselinhaltes als die Explosionsursache hingestellt. Diese Theorie kann jedoch der Kritik nicht Stand halten. Es erscheint vielmehr am wahrscheinlichsten, dass die in der Kapsel vorhandene, hygroskopische Sub-

stanz, durch die Kapselwand Wasser osmotisch aufsaugend nur den, von den meisten Autoren angenommenen Turgor, die Kapselspannung verursacht. Die physikalischen Eigenschaften solcher Substanzen, wie die gallertige Kapselfüllmasse machen ihr Entweichen durch die Kapselwände beim Aufquellen unmöglich und es wird daher der Druck innerhalb der Kapsel so lange zunehmen, bis er der hygroskopisch-osmotischen, Wasser-hereinsaugenden Wirkung der intrakapsulären Substanz die Wage hält. Explodiert dann die Kapsel, so wird — durch Ausstoßung (Spirocysten), beziehungsweise durch Um- und Ausstülpung (Nematocysten) des Fadens — plötzlich Raum geschaffen, der Druck nimmt ab und die Endosmose füllt nun, allein wirkend, den ganzen frei werdenden Raum rasch mit Wasser an. Es ist also die hygroskopische Natur der Kapselfüllmasse die Ursache der Kapselspannung und somit auch zum großen Teile die Quelle der Kraft, durch welche beim Schusse der Faden hervorgeschnellt wird; sie bewirkt aber keineswegs die Explosion in der von Iwanzoff angegebenen Weise und es dringt das Wasser auch nicht, wie dieser Autor meint, durch die Fadenwand allein, sondern ebenso durch die Kapselwand ins Innere ein. Man wird daher immer noch irgend ein andres Agens als mechanische Schussursache ansehen müssen; und dieses Agens erscheint heute, da die Annahme einer muskulösen Natur des Stiels und des Mantels mehr als fraglich geworden ist, zweifelhafter denn je. Ebenso ungewiss ist es, wie eigentlich das Gift in das Beutetier eingespritzt wird.

Meiner Theorie, wonach ein vom subepithelialen Nervenplexus ausgehender Hemmungsreiz die, sonst reflektorisch erfolgende Entladung der Nesselzellen zuweilen hintanhalte, entgegen, haben Nussbaum und Viguier behauptet, dass die Nesselzelle selber ein Urteil darüber sich bilde, ob sie auf den Cnidocilreiz hin losgehen solle oder nicht. Die neueren Beobachtungen haben wenig Licht auf diese Frage geworfen. Im Allgemeinen haben die Autoren bei ihren diesbezüglichen Spekulationen die Thatsache, dass beim heftigen Zusammenziehen der Tentakel und andrer Körperteile, ein sehr großer Druck zu Stande kommt, ohne Nesselzellenentladung herbeizuführen, zu wenig berücksichtigt. Allem nach scheint meine Reflex- und Hemmungs-Theorie immer noch die einzige zu sein, welche geeignet ist, alle Beobachtungen ungezwungen zu erklären.

In Bezug auf die Entwicklungsgeschichte haben die neueren Untersuchungen die Streitfrage über die Art der Schlauchbildung, intra- oder extrakapsulär, in befriedigender Weise und zwar im Allgemeinen zu Gunsten Jeckeli's, des Entdeckers der extrakapsulären Schlauchbildung, entschieden.

In meiner früheren Mitteilung (1887a) glaubte ich die Bemerkung

machen zu dürfen, „unsre Kenntnis von der Wirkungsweise der Nesselzellen ist jetzt eine befriedigende“ — und nun, nach zehn Jahren, da wir so viel mehr über den Gegenstand wissen als damals, muss ich leider gestehen, dass mir unsre Kenntnis von diesem Gegenstande nicht mehr befriedigend erscheint. Das ist natürlich genug, denn je tiefer man in einen Gegenstand eindringt und je schärfer die Kritik ist die man übt, um so schwerer wird es, diesen in „befriedigender“ Weise zu erklären. [54]

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. **S. Popoff.**

(Zweites Stück.)

Katzen-Embryo von 8 cm Länge.

Wir wollen uns vorläufig mit diesen Schlüssen, die wir noch späterhin durch weitere Untersuchungen erweitern werden, begnügen und wenden uns jetzt zum folgenden Studium, d. h. Katzen-Embryo von 8 cm. Auf der Abbild. III sehen wir deutlich, dass die Kleinhirnrinde in diesem Alter aus vier, nicht scharf abgegrenzten Schichten oder richtiger gesagt — Zonen besteht. Ganz nach außen haben wir die sogenannte äußere Körnerschicht, nach ihr folgt die embryonale Molekulärschicht, als dritte — die Schicht der Purkinje'schen und Golgi'schen embryonalen Zellen und endlich als vierte — die sich bildende innere Körnerschicht. Beim Vergleich dieses mit dem beim Katzen-Embryo von 5 cm Beschriebenen, können wir hier einige neue Facta konstatieren.

Auf jenem Objekte beschrieben wir die Mantelschicht als eine, aus gleichen Elementen bestehende Schicht; hier aber hat sie sich scharf durch die schnellere Differenzierung der mehr nach außen gelegenen Zellen als die inneren, in zwei Schichten gesondert. Die Zellen wurden bedeutend größer und ihr Protoplasma ist deutlich ausgesprochen als kegelförmige, mit der Spitze zur molekulären Schicht gerichtete Anhängsel. Zuweilen liegen seine Anhängsel oder Fortsätze nicht vertikal sondern ein wenig schief zur Kleinhirnoberfläche; nicht alle Zellen jedoch haben solche ähnliche Fortsätze. Weiter ein wenig nach innen von dieser Zellengruppe, liegt eine große, in beiden Polen mit mehr oder weniger langen Fortsätzen versehene Zelle. Sowohl nach der Größe und Lage dieser Zellen, wie auch auf Grund der nach der Golgi'schen Methode parallelen Beobachtungen dieser Periode, ist es kein Zweifel, dass diese großen Zellen — die sich entwickelnden Purkinje'schen und Golgi'schen Zellen sind. Wir bringen absichtlich auf einer Zone diese zwei Zellenformen zusammen, da unsere Beobachtungen unbedingt beweisen, dass im Anfange die Golgi'schen Zellen zusammen mit den Purkinje'schen sich differenzieren.

Der nächste Unterschied zwischen diesem Alter und dem Katzen-Embryo von 5 cm ist das Auftreten der molekulären Schicht. In letzter Zeit ist die Bedeutung der molekulären Schicht, dank den neuen Untersuchungen nach der Golgi'schen Methode über die histologische Anatomie der Kleinhirnrinde, fast völlig klar. Diese Schicht beherbergt einerseits eine unzählige Menge protoplasmatischer Fortsätze der Purkinje'schen, Golgi'schen, Korb- und Neurogliazellen, andererseits vertikale und horizontale Axenzylinder der Zellen der inneren Körnerschicht und sogenannte Kletterfasern. Auf den nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten gelungenen Präparaten dringen diese Bildungen so dicht in die ganze Schicht ein, dass es geradezu unmöglich ist, näher in die anatomischen Details einzugehen. Es erhellt daraus, dass wir die molekuläre Schicht nicht als eine selbstständige, der gewisse, sie bildende Elemente eigen sind, ansehen können. Sie ist selbständig nur insoweit, als sie, den Fortsätzen der den anderen Rindenteilen gehörigen Zellen einen Platz einräumt. Freilich sind in der molekulären Schicht auch spezielle Elemente, die sogenannten „kleinen Zellen der molekulären Schicht" da, sie sind aber in so geringer Anzahl, dass sie nicht eine besondere Schicht vorstellen können.

Die Lehre der früheren Autoren, dass die molekuläre Schicht aus einer Zwischensubstanz, in welcher hier und da kleine Zellen eingelagert sind, oder aus einer Basalsubstanz, die sich in ein sehr feines Netz umgewandelt hat, besteht, ist in der Gegenwart bedeutend verändert und erweitert worden. Außer dieser Zwischensubstanz bilden die Fortsätze der oben erwähnten Zellen einen der Hauptbestandteile dieser Schicht. Da wir uns auf eine solche Weise die Bedeutung der molekulären Schicht vorstellen, so ist unsere Annahme ganz natürlich, dass ihre Bildung mit der Entwicklung und dem Wuchse der protoplasmatischen Fortsätze der großen Rindenzellen eng verknüpft ist.

Bei der Betrachtung der Abbild. III u. XI vom Katzen-Embryo einer und derselben Periode, überzeugen wir uns, dass das Auftreten der molekulären Schicht mit dem Auftreten der großen Zahl der protoplasmatischen Fortsätze der großen Rindenzellen zusammenfällt. Dieses Faktum bestätigt bis zu einem gewissen Grade die Richtigkeit der von uns über die Bedeutung der molekulären Schicht ausgesprochenen Meinung.

Bei der Betrachtung der späteren Perioden, werden wir uns zweifelsohne überzeugen, dass, je größer die Fortsätze der Purkinje'schen und Golgi'schen Zellen werden, auch die molekuläre Schicht breiter wird.

Beim Katzen-Embryo (12 cm) dringen zuerst in diese Schicht die sogenannten Kletterfasern und zahlreiche Axenzylinder der Zellen der inneren Körnerschicht ein. Was die sogenannten kleinen Zellen der molekulären Schicht betrifft, so entwickeln sie sich viel später, wenn

die Dicke dieser Schicht bereits bedeutende Dimensionen angenommen hat. Der Wuchs der molekulären Schicht aber steht auch in enger Beziehung mit einem anderen Faktum und zwar — mit den histogenetischen Erscheinungen der inneren Körnerschicht.

Bereits von früheren Forschern (Obersteiner [37]) wurde das Faktum erwähnt, dass mit dem Wuchse des Embryos sich die äußere Körnerschicht allmählich verkleinert und dem parallel die Breite der molekulären Schicht zunimmt; schließlich schwindet bei der vollkommenen Entwicklung des Embryos die Körnerschicht völlig. Ein solches Zusammenfallen von Erscheinungen in zwei verschiedenen Schichten wird auch von den neuesten Forschern (Bellogni, A. Stefani, Alfr. Schaper u. a.) beobachtet. Später werden wir ausführlich, wie diese Schicht verschwindet, beschreiben, vorläufig begnügen wir uns nur mit dem Hinweise, dass die molekuläre Schicht sozusagen die Stelle der schwindenden äußeren Körnerschicht einnimmt — d. h. die Fortsätze der Purkinje'schen Zellen, die nur die inneren Grenzen der äußeren Schicht erreichten — wachsen jetzt bis zur äußeren Rindenoberfläche heran.

In der von uns besprochenen Periode haben die Elemente der äußeren Körnerschicht ein wenig im Umfange im Verhältnis mit dem, was wir beim Katzen-Embryo (3 cm) sahen, abgenommen. Die Kerne einiger von ihnen sind von einer zarten Protoplasmaschicht umgeben. Karyokinetische Figuren herrschen in den mehr äußeren Teilen der Schicht vor. In den inneren Teilen begegnen wir bedeutend differenzierten Zellen; so z. B. erinnern die Zellen *a. b.* (Abbild. III) uns völlig an die Neuroblasten, einige von ihnen sind mit mehr oder wenig langen Fortsätzen versehen. Wie wir unten sehen werden, hat dieses Faktum der Zellendifferenzierung in den inneren Teilen der von uns beobachteten Schicht eine große Bedeutung bei der Auffassung der histogenetischen Prozesse der Rindenentwicklung. Auf diesen Umstand richtete bereits seine Aufmerksamkeit Ramon y Cajal [40], der diese Schicht, indem er sie bei neugeborenen Tieren an den nach der Golgi'schen Methode angefertigten Präparaten beobachtete, in zwei Teile schied: in einen äußeren, aus epitheloiden Elementen bestehenden und in einen inneren — aus differenzierten Zellen mit Fortsätzen (éléments bipolaires horizontaux).

Nach unseren Beobachtungen vollziehen sich in der äußeren Körnerschicht von dieser Periode bis zu ihrem völligen Schwunde folgende Prozesse: die Zellen der mehr inneren Teile der Schicht gehen nach einem gewissen Differenzierungsgrade durch die molekuläre Schicht in die inneren Schichten der Kleinhirnrinde über. Auf der Abbild. III treffen wir ähnliche Elemente in der molekulären Schicht auf dem Wege zur Gruppe der großen Zellen an; einige von ihnen sind größer, andere kleiner als die Zellen, welche noch in der äußeren Körner-

schicht liegen. Augenscheinlich dauert bei diesem Uebergange der Prozess der Differenzierung an; der größte Teil von ihnen hat zum Centrum der Rinde gerichtete Fortsätze. Wir begegnen unter ihnen, wenn auch selten, Zellen, die durch ihre Größe an die Purkinje'schen Zellen erinnern.

Neben dieser soeben beschriebenen Wanderungserscheinung der Zellen, sehen wir in den peripheren Teilen der äußeren Körnerschicht karyokinetische Figuren, die auf die Kernteilung und Vermehrung der Elemente hinweisen. In dem Verhältnis also wie die inneren Zellen ihre Stellen verlassen, arbeiten die äußeren Schichten neue, diesen Verlust kompensierende Elemente aus. Diese Kompensation ist jedoch keine vollständige, mit der Zeit nämlich wird diese Schicht allmählich enger und schwindet schließlich gänzlich. In unserer weiteren Auseinandersetzung werden wir uns mit dem Vorgange der Differenzierung der Elemente in der betreffenden Schicht ausführlich beschäftigen und die Bedeutung der letzteren für die Histogenese der Kleinhirnrinde überhaupt erklären.

Ein solcher Uebergang von Zellen aus einer in die andere Schicht ist eine gewöhnliche Erscheinung im embryonalen Leben der verschiedenen Teile des Centralnervensystems. Zuerst berichtet darüber His bei seinen Untersuchungen des embryonalen Rückenmarks; Alf. Schaper, Ramon y Cajal, Ernst Lugaro beobachteten diese Erscheinung in der äußeren Körnerschicht der sich entwickelnden Kleinhirnrinde. His und Ramon y Cajal erklären eine solche Wanderung der embryonalen Zellen als amöboide Bewegungen, Alfr. Schaper und Ernst Lugaro bezeichnen sie mit den Worten: „Auswanderung", „Durchwanderung"; erklären aber dabei nicht, wie sie diese Erscheinung — ob als eine aktive oder passive auffassen. Unserer Meinung nach haben wir nicht das Recht, hier von einer aktiven Bewegung der embryonalen Zellen zu sprechen, solange wir eine solche Bewegung nicht beobachtet haben.

Bei der Beschreibung der folgenden Periode, werden wir darauf hinweisen, wie wir die Wanderung der Zellen verstehen.

Bezüglich der vierten Schicht — der inneren Körnerschicht, so sind ihre Zellen in der Differenzierung noch nicht merklich vorgerückt, das Protoplasma ist undeutlich, hier und da sind nur Spuren von protoplasmatischen Fortsätzen bemerkbar. Unter diesen Zellen begegnen wir mehr dunklen — Neurogliazellen.

Wenden wir uns jetzt zu den nach der Golgi'schen Methode (Abb. XI) bearbeiten Objekten vom Katzen-Embryo dieses Alters.

Parallel dieser Periode werden wir die Kleinhirnrinde des Schaf-Embryos (14 cm) (Abb. IX u. X) beschreiben, da sowohl jenes als auch dieses Objekt, nach dem histologischen Bilde zu urteilen, fast einer und derselben Entwicklungsphase der Rinde gehört. Der Unter-

schied besteht nur darin, dass wir bei dem Schaf-Embryo neben den jungen Zellen auch bedeutend differenzierte beobachten.

Die Nervenelemente, die wir auf diesen Objekten beobachten, sind hauptsächlich in den äußeren Teilen der Mantelschicht, entsprechend der Lage der großen Rindenzellen, verteilt. Eine nicht kleine Zahl der letzteren beobachten wir auch in der molekulären Schicht und endlich begegnen wir Zellenelementen in der äußeren Körnerschicht. An der Stelle, wo sich später die innere Körnerschicht entwickelt, begegnen wir bedeutend differenzierten Neurogliazellen, von denen später die Rede sein wird.

Wir stoßen nämlich, beim Versuche die Nervenzellen dieser Periode zu beschreiben, auf große Schwierigkeiten. Die Form der Zellenkörper ist in der That so vielartig — bald die eines unregelmäßigen Viereeks, bald eine länglich-ovale, bald stark ausgezogen und an den Seiten abgeplattet und die Verteilung der Fortsätze so verschiedenartig, dass es beim ersten Anblicke sehr schwierig ist, irgend welche typische Eigenschaften in der Form der jungen Zelle anzugeben. Bei aufmerksamer Betrachtung jedoch, der Abbild. IX, X, XI, können wir irgend welche allgemeine charakteristische Züge in diesen Zellen auffangen. Ein ausführliches Studium der allgemeinen Eigenschaften der jungen Zelle scheint uns hier besonders an Stelle, weil aller Wahrscheinlichkeit nach diese Eigenschaften mehr oder weniger auch den anderen jungen Nervenzellen eigen sind.

Auf der Abbild. XI sehen wir, dass der Körper der Zelle *q*, *o* nach oben oder unten sich in ein dickes, stumpfendendes Anhängsel verlängert. Solche missgestaltete Anhängsel stellen eine gewöhnliche Erscheinung in den embryonalen Nervenzellen vor. Zuweilen hat eine Zelle einige solcher Anhängsel, z. B. Abbild. X b_1, c_1. In den Zellen *b* u. *c* haben sich diese Anhängsel an den Seiten ausgedehnt und bedingen dadurch ihre missgestaltete Form. Häufig sendet dieses oder jenes Anhängsel aus seinem Ende eine Menge dünner und kurzer Fortsätze aus. Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir auf diese Anhängsel als wie auf Keime der protoplasmatischen Fortsätze sehen müssen. Die Beobachtung der einfachsten Formen der Nervenzellen (Abbild. X a_1) bestätigt unsere Voraussetzung.

Lenhossek [29], der verschiedene Formen der embryonalen Zellen in dem sich entwickelnden Rückenmarke beschreibt, erwähnt ebenfalls ähnliche protoplasmatische Anhängsel und sieht auf sie wie auf Keime protoplasmatischer Fortsätze.

Bei der Betrachtung sehr vieler Zellen in den Abbild. IX, X u. XI sehen wir, dass in der Verteilung dieser Anhängsel oder Fortsätze nicht die geringste Regelmäßigkeit existierte. Bei dem einen gehen sie vorwiegend nach oben, bei den anderen Zellen nach unten ab oder sie verteilen sich an den Seiten des Zellenkörpers. Bald werden sie

dünn, bald nehmen sie an Dicke allmählich zu, bald reißen sie mit einem Male ab, bald endigen sie mit feinen Zweigen — sie geben mit einem Worte dem Zellenkörper, indem sie auf verschiedene Weise ihre Stellung zu ihm variieren, ein eigentümliches Aussehen. Ein Faktum, welches ebenfalls keine seltene Erscheinung im embryonalen Leben vorstellt, müssen wir noch erwähnen: viele von den vorwiegend mehr differenzierten Zellen nämlich (Abbild. IX *b*, *c*) senden zarte, protoplasmatische, mit kugelförmigen Verdickungen endigende Fortsätze ab. Zuweilen endigen auch die protoplasmatischen Fortsätze, die den Charakter dicker Anhängsel tragen, mit solchen Verdickungen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die auf den Abbild. IX, X und XI dargestellten Zellen ihrer Lage und Größe nach zu den embryonalen Formen der Purkinje'schen und Golgi'schen Zellen gerechnet werden müssen, obgleich sie ihrem äußeren Aussehen nach nicht im Geringsten an erwachsene Zellen erinnern. Eine solche völlige Unähnlichkeit zwischen junger und erwachsener Zelle müssen wir nur für die Kleinhirnrinde bemerken, da nach den Untersuchungen Ramon y Cajal's [45] im Rückenmarke der Hühner-Embryonen die jungen, ja sogar sehr einfachen Formen mit den erwachsenen Zellen[1]) Aehnlichkeit haben. Fürwahr haben die letzteren im Rückenmarke nicht jenes komplizierte histologische Aussehen, die man in den großen Zellen der Kleinhirnrinde bemerkt.

Beim Nachdenken über die Gründe ähnlicher Erscheinung vermögen wir auf Grund littererarischer Daten und eigener Beobachtungen zu dem folgenden wahrscheinlichen Schlusse zu kommen: je einfacher die junge Zelle (im Sinne ihrer anatomischen Form) ist, desto schneller differenziert sie sich in eine erwachsene und desto unbedeutender ist die Schwankung ihrer Formen. Mit anderen Worten: es ist die für die völlige Differenzierung der Zelle notwendige Zeit direkt proportional der Kompliziertzeit ihrer anatomischen Struktur. Wir haben das Recht auf Grund unserer und anderer Beobachtungen einen solchen Satz aufzustellen. Ramon y Cajal zum Beispiel beschreibt, wie er sich ausdrückt, völlig embryonale Zellen, als bipolare Körperchen, im Rückenmarke der Hühner-Embryonen am 3. Bebrütungstage, am 4.—5. Tage bekommen bereits diese Körperchen seinen Beobachtungen nach deutlich ausgesprochene protoplasmatische Fortsätze und einen langen Axenzylinder, wobei ihre Form sich dermaßen verändert, dass sie in Vielem an eine erwachsene Zelle erinnert. Dieses Faktum der schnellen Differenzierung können wir nicht nur dem Umstande, dass die Huhn-Embryo sich bedeutend schneller als das Katzen-Embryo (ungefähr 3 Mal so schnell) entwickelt, zuschreiben. Wir werden jetzt unsere

1) Wir urteilen darüber nach den Abbildungen, die der Autor seiner Abhandlung beifügte.

Ansicht an Beispielen erläutern: nach den Untersuchungen Ramon y Cajal's sind für die Bildung der Zellen der vorderen Wurzel bei den Hühner-Embryonen (des éléments nerveux des racines anterieurs) ein oder zwei Tage erforderlich [am 4.—5. Bebrütungstage[1])]. Nach unseren Beobachtungen tritt die junge Purkinje'sche Zelle, die den Zellen vom Katzen-Embryo (12 cm) völlig analog ist, bei dem Huhn-Embryo am 12. Bebrütungstage auf. Mit anderen Worten also entwickelt sich die verhältnismäßig mehr einfache Form (die Zelle des Rückenmarks) in 1—2 Tagen, die mehr komplizierte (Purkinje'sche Zelle) in 10 Tagen. Die Zeit des Auftretens der Neuroblasten in diesem oder jenem Organ schwankt höchstens zwischen 1—2 Tagen. Wir können noch ein anderes Beispiel aus unseren Beobachtungen anführen: wir begegnen nämlich beim Katzen-Embryo von 12 cm auf einem und demselben Objekte, wie sehr einfachen, so auch bedeutend differenzierten bipolaren Zellen und auch kleinen Zellen der inneren Körnerschicht, die sich aus bipolaren Zellen gebildet haben. Weder in der vorhergehenden noch in der nächstfolgenden Periode begegnen wir in einer solchen Fülle bipolaren Neubildungen und neben ihnen embryonale kleine Zellen der Körnerschicht (die letzteren bilden sich aus den bipolaren Zellen). Dieser Umstand spricht eben dafür, dass für die Entwicklung dieser Zellen eine verhältnismäßig kurze Zeit erforderlich ist. Fügen wir diese Erscheinung dem oben ausgesprochenen Satze bei, so können wir bemerken, dass die kleine Zelle der Körnerschicht, die nicht kompliziert gebaut ist, sich schneller entwickelt als die mehr komplizierte Purkinje'sche Zelle, die sich beim Kätzchen erst 2 Wochen nach der Geburt völlig ausbildet.

Die Abbild. IX, X u. XI klären uns, wie wir bereits erwähnten, über die jungen, mehr weniger in der Entwicklung vorgerückten Nervenzellen auf. Von den sehr einfachen Formen, aus welchen sich diese Zellen bilden, gelang es uns, trotz wiederholter und zahlreicher Versuche, nicht sehr viele mit Silber zu imprägnieren.

In der äußeren Körnerschicht vom Schaf-Embryo (14 cm) begegnen wir einer charakteristischen unipolaren Zelle (Abb. Xa_1), die ihrem Aussehen nach völlig an einem Neuroblasten (His) erinnert. Eine solche Bildung sahen wir auch in der vorhergehenden Periode; ihre Größe ist fast dieselbe, wie dort. Die Anwesenheit solcher Zellen in der äußern Körnerschicht beweist, dass diese Schicht Nervenzellen produziert, außerdem bemerken wir an der Seite der Zelle a_1 eine große Verdickung, die durch eine dünne Verbindung mit dem Zellenkörper sich vereinigt. Das sind die höckerförmigen, die Lenhossek [28], indem er von dem Typus der sehr einfachen Formen der Nervenzellen spricht, beschreibt, demgemäß müssen wir auf dieses Anhängsel wie

1) Wir lassen die ersten 2 Tage aus, wo die Kleinhirnplatte noch nicht entwickelt ist.

auf sich bildende Dendrite sehen. Beim Katzen-Embryo von 8 cm (s. Abb. XI a_1) begegnen wir in der äußeren Körnerschicht einer birnförmigen Zelle, die anstatt eines Axenzylinders ein protoplasmatisches Anhängsel mit Fortsätzen hat; der Zellkörper selbst sendet ebenfalls protoplasmatische Fortsätze nach den Seiten aus.

Wie wir später sehen werden, differenzieren sich die jungen Zellen von einem gewissen Momente nach einem bestimmten Plane; Abweichungen kommen vor, doch sehr unbedeutender Art. Bestimmte Merkmale für ein gewisses Stadium z. B. in der kleinen Zelle der inneren Körnerschicht, in der sich entwickelnde Korbzellen, zu finden, ist bei aufmerksamer Betrachtung absolut nicht schwierig. Diese Merkmale sind dermaßen bei den verschiedenen Embryonen (Hunden, Katzen, Hühnern) beständig und identisch, dass man nach dem äußeren Aussehen einer solchen jungen Zelle über das Alter des Embryos, dem diese Zelle angehört, urteilen kann.

Eine solche Regelmäßigkeit der Formveränderung bemerkt man auch in der Purkinje'schen Zelle, von den letzten Tagen des intrauterinen Lebens der Embryonen. Wie wir aus der Abb. IX, X, XV ersehen, kann man dasselbe von den frühen Perioden nicht sagen; hier sehen wir nicht ein Zellenpaar, welches mehr weniger einander ähnlich wäre. Falls die Körper zweier Zellen ihrem Aussehen nach nur ein wenig ähnlich sind, so verteilen sich ihre Fortsätze derart eigenartig, dass die äußere Aehnlichkeit völlig schwindet. Es wäre sehr interessant zu wissen, ob diese Mannigfaltigkeit der Formen der jungen Zellen einer und derselben Kategorie nur eine zufällige Erscheinung ist oder ob eine gewisse Zelle in dem entsprechenden Alter nur so und nicht anders gebaut sein muss. Leider verfügen wir nicht über objektive Daten, die diese Frage entscheiden könnten.

Mit dieser Absicht untersuchten wir entsprechende Altersstufen der Embryonen von Hunden und Meerschweinchen und überzeugten uns, dass eine jede junge Nervenzelle ihr spezielles Aussehen hat (s. Abb. XXXI). In der Voraussetzung, dass diese embryonalen Formen sich bei den erwachsenen Tieren niederer Ordnung wiederholen können, imprägnierten wir mit Silber das Kleinhirn der Vögel, Fische, Frösche, doch auch hier haben die Purkinje'schen Zellen fast dieselbe anatomische Form, wie bei den höchst entwickelten Tieren und Menschen (s. Abbild. XXIV, XXV u. XXXVI).

Um diese Frage völlig zum Abschluss zu bringen, wollen wir noch eine mögliche Erklärung der verschiedenartigen Formschwankungen einiger junger Nervenzellen ausschließen.

Wie wir bereits erwähnten, wird die Zerteilung der wachsenden Faser nach der Meinung His's durch die Hindernisse in den Geweben bedingt, welchen Hindernissen sie auf ihrem Wege begegnet. Es ist sehr möglich, dass in der moosartigen Faser (s. Abb. XXII, XXVI

u. XXVII) z. B. die Menge der sehr feinen Zweige, die als Rosette um den Stamm gelegen sind (disposition en rosette Ramon y Cajal's [41]) durch lokale Hindernisse, welchen die Faser begegnet, bedingt wird. Andrerseits ist z. B. eine solche Regelmäßigkeit und Beständigkeit in der Verteilung der Axenzylinderfortsätze der Zellen im lobus opticus der Vögel sehr sonderbar, wie auch sonderbar dieselbe Beständigkeit in der Figur der Verzweigung des Axenzylinders der Golgi'schen Zellen in den verschiedenen Teilen des Centralnervensystems ist. Uns ist ebenfalls unverständlich, wie in den zwei sehr nahe aneinandergelegenen Zellen, z. B. in der Golgi'schen- und der jungen Zelle der inneren Körnerschicht des Kleinhirns — in der einen Zelle sich der Nervenfortsatz absolut nicht verzweigt, in der anderen aber sich in eine Menge sehr feiner Zweige teilt. Allein durch äußere mechanische Hindernisse diese Erscheinung zu erklären, ist sehr schwer. Es folgt daraus, dass ähnliche Vermutungen hypothetisch sind, da wir thatsächlich in dem vorausgesetzten Hindernis den wahren Grund der Zerfaserung nicht konstatieren können. Die Voraussetzung, dass die wachsende Faser, sobald sie einem Hindernis begegnet, von ihrer anfänglichen Richtung nach der Seite des kleinsten Widerstandes abweicht, scheint uns ebenso möglich. Auf der Abbild. VII sehen wir wirklich eine ähnliche Faser, die auf ihrem Wege eine Kniebiegung bildet; Fortsätze aber sehen wir an ihr nicht. Wenn auch für die wachsende Faser eine solche Hypothese möglich wäre, so wäre sie zur Erklärung einer solchen Formverschiedenheit der jungen Nervenzellen kaum anwendbar, d. h. man könnte kaum zugeben, dass eine Nervenzelle ihre Form unter dem Einflusse der sie umgebenden Gewebesubstanz ändern könnte. Wenn dem so wäre, wie kann man sich das Faktum erklären, dass die Purkinje'sche Zelle von dem Alter des Katzen-Embryos von 12 cm die bestimmten Konturen annehme und sich weiter in gleicher Weise entwickle. Weshalb würde die mehr erwachsene Zelle nicht den Hindernissen begegnen, welche ihre Form verändern könnten, wenn einmal dieselben Hindernisse auf die junge Zelle wohl Einfluss haben? Weshalb eigentlich offenbaren sich nicht diese Bedingungen für die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht und Korbzellen? Auf eine solche Weise muss die Frage über die Ursachen der Herkunft dieser oder jener Form der jungen Zellen vorläufig noch eine offene bleiben. Wie verschiedenartig jedoch diese Formen auch sein mögen, wir sind trotzdem im Stande in ihnen die jüngeren von den älteren Zellen zu unterscheiden. Außer unseren eigenen Beobachtungen, können dafür auch als Kriterium die Ramon y Cajal's, Lenhossek u. a. dienen, die über die Histogenese des Rückenmarks gearbeitet haben. Wie aus dem obengesagten zu ersehen ist, haben wir das Recht auf die kurzen dicken, protoplasmatischen Fortsätze wie auf ein Attribut der sehr jungen Zelle zu sehen.

Aus dem Grunde nämlich könnten wir sagen, dass z. B. die Zellen b_1, c_1, k_1, l_1, der Abb. X weniger differenziert als e_1 derselben Abbildung seien. In den ersteren Zellen sind die protoplasmatischen Fortsätze kurz und dick und öfter am Ende mit kugelförmigen Verdickungen versehen. —

Nach der Meinung Ramon y Cajal's ist die Zelle desto differenzierter, je länger ihr Axenzylinder ist.

Wie wir bereits erwähnten, senden die jungen Zellen sehr häufig nach allen Seiten eine Menge protoplasmatischer Fortsätze aus. Wir werden uns künftig öfter davon überzeugen können, dass dieses Merkmal d. h. diese Fülle der protoplasmatischen Fortsätze für die junge Zelle sehr beständig ist. Die überflüssigen Fortsätze atrophieren allmählich mit der Zeit, einige aber von ihnen verbleiben sehr lange. Beim neugeborenen Kätzchen z. B. ist die untere Peripherie der Purkinje'schen Zellen, obgleich die letzteren sich fast völlig gebildet haben, mit feinen Ausbuchtungen, Ueberresten der embryonalen Fortsätze, versehen.

Wenn wir nach der Länge des Axenzylinders über das Alter der Zelle zu urteilen das Recht hätten, so müssten wir z. B. die Zellen *i*, *b*, *e* der Abb. IX und *q*, *t* der Abb. XI für mehr erwachsen als die anderen Nachbarzellen ansehen. Das Fehlen der groben, protoplasmatischen Anhängsel, die größere Ordnung in der Verteilung der Fortsätze, die mehr regelmäßigen Konturen des Zellkörpers (z. B. *b*, *c*) sprechen ebenfalls dafür. Die Zelle *a* der Abb. IX ist der Form der Purkinje'schen Zelle, die wir für ein bestimmtes Alter als charakteristisch halten, sehr ähnlich. Wie wir weiter sehen, ist sie fast dieselbe bei dem Katzen-, Hunde- und sogar Huhn-Embryo. Diese Zelle erinnert ein wenig an die Zelle *a*, *u*, *k*, der Abbild. XII vom Katzen-Embryo (12 cm). Von dem Augenblicke, wo die Purkinje'sche Zelle diese Form annimmt, geht ihre weitere Veränderung nach einem bestimmten Plane, der zu beobachten nicht schwierig ist, weiter.

Bis jetzt sprachen wir von den jungen Purkinje'schen Zellen. Wir wollen noch auf 2 Zellenformen, die einige Unterscheidungsmerkmale haben, hinweisen. Zur ersteren gehören die Zellen *g* u. g_1 der Abb. IX u. X und S. 492 der Abb. XI, zur zweiten — *e* u. e_1, der Abb. IX u. X. Ihr allgemeines Merkmal besteht darin, dass ihr Zellkörper in vertikaler Richtung gedehnt ist. Die Zellen *g*, *g*, *p*, *q* haben keine regelmäßige Form und sind an den Seiten und oben bald mit langen, bald mit kurzen protoplasmatischen Fortsätzen versehen. Bei der einen ist der Axenzylinder — lang, bei der anderen — kurz. In der Zelle *q* ist an der Seite ein großes protoplasmatisches Anhängsel bemerkbar. Der größte Teil der Fortsätze besitzt entweder in ihrem Verlaufe oder am Ende Verdickungen. Die Zellen *e* u. e_1 sind von dreieckiger Form und senden zarte, sich verzweigende protoplasma-

tische, nach oben gehende Fortsätze und eine Menge Seitenfortsätze aus. Ihre Axenzylinder verzweigen sich noch nicht. Wir teilten diese Zellen (*e* u. e_1) in eine besondere Gruppe, weil sie 1. niedriger als die anderen Zellen in der inneren Körnerschicht liegen und weil sie 2. durch ihre eigenartigen Konturen und ihre ausgedehnte Form sich scharf von den Nachbarzellen unterscheiden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir in den Zellen *e* u. e_1 die embryonalen Formen der Golgi'schen Zellen haben. Dafür spricht auch ihre Größe, Lage und Aehnlichkeit mit den mehr erwachsenen Zellen desselben Typus beim Katzen-Embryo von 12 cm (*g* Abb. XIII). Etwas Bestimmtes über die Bedeutung der Zellen *g* u. g_1 auszusagen, wäre vorläufig ziemlich schwierig, da sie noch sehr jung sind und durch nichts an die erwachsenen Zellen der Kleinhirnrinde erinnern. Wir begegnen aber ihnen sehr ähnliche Zellen beim Katzen-Embryo von 12 cm, die, ihrer Lage nach in der Tiefe der Rinde und dem Reichtum der Verzweigungen des Axenzylinders, als junge Golgi'sche Zelle angesehen werden können und wir glauben nicht fehl zu gehen, wenn wir auch diese Zellen zu demselben Typus rechnen.

Außer den soeben beschriebenen Zellen müssen die anderen ihrer Lage nach zu den embryonalen Purkinje'schen Zellen gezählt werden. Beim Katzen-Embryo von 8 cm begegnen wir noch außerdem Zellen von länglich-ovaler Form, die mit ihrem langen Durchmesser parallel der Sagittalaxe des Kleinhirns liegen (*k* Abb. XI). Sie senden aus beiden Polen ziemlich lange, perpendikulär zur Richtung der Windungen gehende Fortsätze aus. Einer von diesen Fortsätzen verzweigt sich. Der Dickenunterschied der letzteren ist so unbedeutend, dass es schwer zu bestimmen ist, welcher von ihnen ein Nerven- und welcher ein protoplasmatischer Fortsatz ist.

Die weiteren Untersuchungen werden uns darauf hinweisen, dass diese Zellen sehr einfache Formen von Korbzellen sind.

Bei der Beschreibung der Abbild. III wiesen wir in den verschiedenen Höhen der molekulären Schicht auf die Anwesenheit von Nervenzellen derselben Struktur wie die Zellen der Mantelschicht hin, sie unterschieden sich aber von den letzteren durch ihre verhältnismäßig geringere Größe. Damals bereits bemerkten wir in der äußeren Körnerschicht zwischen ihren charakterischen Elementen Zellen, die ihrer Struktur nach sehr nahe den jungen Nervenzellen standen (*a* u. *b* Abb. III). Auf Grund solcher Daten hatten wir das Recht, die Vermutung auszusprechen, dass die auf der Abb. III in der molekulären Schicht abgebildeten Zellen ihre Herkunft den Elementen der äußeren Körnerschicht zu verdanken haben.

Ernst Lugaro [30] konnte sich im Jahre 1894 auf den nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten Objekten überzeugen, dass die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht sich aus den Elementen der

äußeren Körnerschicht bilden. Dieser Meinung schloss sich auch Alfr. Schaper [54] an und erweiterte noch die Bedeutung dieser Schicht, indem er in der letzteren nicht nur die Bildungsquelle der Nervensondern auch der Neurogliazellen sah. Alf. Schaper geht in dieser Abhandlung noch weiter in seinen Voraussetzungen, er sagt nämlich, dass aller Wahrscheinlichkeit nach alle Typen von den Nervenzellen der Kleinhirnrinde sich aus dieser Schicht bilden können, fügt aber jedoch gleichzeitig hinzu, dass dieses noch der Bestätigung bedarf.

Es ist selbstverständlich, dass wir, bei einem solchen Stand der Frage über die Rolle der äußeren Körnerschicht, aufmerksam ihre histogenetischen Erscheinungen verfolgten. Die Zelle a_1 der Abb. X ist für uns von besonders wichtiger Bedeutung, weil sie 1. deutlich die Beobachtung His's über die Birnform der ursprünglichen Nervenzelle bestätigt und 2. durch ihre Anwesenheit in dieser Schicht die Hypothese Alf. Schapers von der Möglichkeit der Bildung der Nervenzellen aus der äußeren Körnerschicht beleuchtet. Die Zelle a_1 der Abb. XI hat unserer Ansicht nach dieselbe Bedeutung wie die Zelle a_1 der Abb. X oder — a, b der Abb. VII nur mit dem Unterschiede, dass sie, als mehr erwachsene, ihre Form ein wenig bereits verändert hat. Der Größe nach können wir diese Zellen als junge Purkinje'sche oder Golgi'sche Zellen betrachten. Es ist schwer anzunehmen, dass sie sich in andere Zellen, wie z. B. in kleine Zellen der Körnerschicht oder Korbzellen verwandeln könnten; 1. schon deshalb nicht, weil es uns gelang, den Entwicklungsgang dieser Zellen fast in allen seinen Details zu beobachten und 2. weil die Größe der Zellen a_1 der Abb. X u. XI mit den soeben besprochenen in großem Missverhältnisse steht. Wir werden noch auf dieses Faktum hinweisen, dass der Körper der embryonalen Zelle zuweilen in seinen Dimensionen die erwachsene Zelle desselben Typus übertrifft, der Unterschied aber in diesen Fällen ist nicht so bedeutend, wie in den soeben besprochenen Zellen.

Wie wir auf den Abb. IX, X u. XI sehen, liegen die Zellen in den verschiedenen Höhen der molekulären Schicht. Die der äußeren Körnerschicht näher gelegenen tragen größtenteils mehr den embryonalen Charakter als die tiefer gelegenen. Die von dem Präparate des Katzen-Embryos desselben Alters (8 cm) entnommene Abb. III giebt uns ebenfalls die Möglichkeit in der molekulären Schicht zwei Zellenkategorien zu unterscheiden. Die einen liegen in der Nähe der inneren Peripherie der äußeren Körnerschicht und die anderen — in der Nähe der großen Zellen der Rinde. Bezüglich solchen Zusammenfallens könnten wir die Vermutung aufstellen, dass die der äußeren Körnerschicht näher gelegenen Zellen ihre Herkunft aller Wahrscheinlichkeit nach der Rinde und die mehr tiefer gelegenen — den Zellen der Mantelschicht zu verdanken haben.

Aus all dem Gesagten können wir zu diesem allgemeinen Schlusse kommen, dass die großen Zellen der Kleinhirnrinde sich teils auf Kosten der Zellen der Mantelschicht, teils auf Kosten der Elemente der äußeren Körnerschicht bilden.

Die Körperchen mit den Fortsätzen, die in der äußeren Körnerschicht sichtbar sind, werden wir in der folgenden Periode zusammen mit den bipolaren Zellen besprechen.

(Drittes Stück folgt.)

Einiges über die Häutungshaare der Insekten nach ihrem Funktionswechsel.

Von Dr. med. et phil. **K. Escherich.**

Die kleinen haarförmigen, kutikularen Fortsätze, die hauptsächlich den zarteren, häutigen Partien des Insektenskelettes sehr häufig eigen sind, werden, da sie bei der Häutung eine wichtige Rolle spielen, als „Häutungshaare“ bezeichnet.

In vielen Fällen übernehmen diese kutikularen Gebilde, nachdem sie ihre ursprüngliche Aufgabe, die alte Haut mechanisch zu lockern, erfüllt haben, beim ausgebildeten Insekt eine neue Funktion, worauf man schon vor längerer Zeit bei anderen Tieren, die sich häuten, z. B. bei den Reptilien, aufmerksam machte[1]).

Bei Insekten ist meines Wissens auf diesen Funktionswechsel noch nicht ausdrücklich hingewiesen, und so sei es mir denn gestattet, hier wenigstens 2 derartige Vorkommnisse mitzuteilen.

Der 1. Fall, den ich nur streifen möchte, betrifft den erweiterten Endabschnitt des eingestülpten Ductus ejaculatorius, den Verhoeff mit dem Namen Praeputium belegte. Dieser Teil des ektodermalen Ausführungsganges ist, wie den verschiedenen Mitteilungen von Verhoeff, Beauregard, Escherich etc. bekannt ist, sehr häufig dicht besetzt mit feinen Dornen, Borsten, Haken, gabel-, krönchen- oder schuppenförmigen Fortsätzen u. s. w.; davon können einige eine ansehnliche Größe erreichen, so dass sie die anderen um das hundertfache und noch mehr überragen und mit bloßem Auge sichtbar sind.

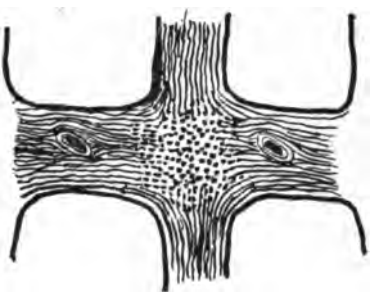
Die Funktion dieser Stachelstruktur besteht zweifellos darin, einen festeren Zusammenhalt der kopulierenden Tiere zu bewirken. Die Stacheln etc. richten nämlich im ruhenden Praeputium die Spitzen nach hinten; bei der Copula aber wird das Praeputium umgestülpt und damit ändern natürlich auch die Stacheln ihre Richtung und wirken nun als Widerhaken.

Ist nun in diesem Fall die Haar- oder Borstennatur der Häutungshaare noch mehr oder minder deutlich erkennbar, so hat im 2. Fall, der, da in mehreren Beziehungen interessant, etwas eingehender geschildert werden soll, die neue Funktion eine vollkommene Umwandlung jener erheischt.

---

1) C. Semper, Die nat. Existenzbedingungen der Tiere, I. S. 23 ff.

Es handelt sich um die Pleuren- und die Intersegmentalhäute einiger Meloiden, spez. des *Meloë variegatus* Donov. und Verwandten. — Auf den an und für sich zarten Verbindungshäuten befinden sich, dicht aneinandergereiht, eine große Anzahl feiner, erhabener Leisten, die je nach dem Ort, an dem sie stehen, in verschiedener Richtung verlaufen: im Bereich der seitlichen Pleuren parallel zur Längsaxe, jedoch nur soweit die durch jene verbundenen dorsalen und ventralen Segmentalplatten reichen. Wo diese aufhören, wo also die Pleuren mit den Intersegmentalhäuten zusammentreffen, lösen sich die Längsleisten in einzelne isolierte, ovale oder runde kleine Plättchen auf, die Anfangs noch eine Anordnung gemäß der Längsleisten erkennen lassen, bald aber auch diese verlieren und wirr durcheinander stehen. Bei den Stigmenöffnungen biegen die Leisten aus und bilden mehrere konzentrische Ringe um das Peritrema.



Aehnlich verhält es sich mit der Struktur der dorsalen und ventralen Intersegmentalhäute, nur laufen hier die Leisten quer, d. h. parallel zu den Vorder- und Hinterrändern der Segment-Platten (s. Figur).

Die Bedeutung dieser Struktur in der Biologie unseres Tieres ist, wie mir dünkt, keine geringe.

Bekanntlich besitzen die *Meloë*-Arten ganz kurze und weiche Elytren, die höchstens die ersten 2 oder 3 Segmente nur unvollkommen bedecken, während die übrigen Segmente des Schutzes durch die Flügeldecken entbehren. Das Abdomen, vor allem die zarten Verbindungshäute, müssen deshalb auf eine andere Art gegen äußere Unbilden gewappnet sein. Eben jene oben geschilderte Struktur ist es, die dies, zum Teil wenigstens, besorgt. Ihre schützende Eigenschaft leuchtet ohne weiteres ein: sie beruht eben darauf, dass mechanische Einwirkungen (Stöße etc.) nicht direkt die zarten Membranen treffen, sondern durch die erhabenen Leisten aufgefangen werden, und dass überhaupt die Pleuren eine starrere, resistentere Beschaffenheit erlangen.

Mit Erlangung der letzteren Eigenschaft darf aber keineswegs etwa die Biegsamkeit und Faltbarkeit der Verbindungshäute Einbuße erleiden. Denn gerade bei den Meloiden muss das Abdomen eine starke Ausdehnungsfähigkeit besitzen, um die große Anzahl Eier, die durch die sehr komplizierte Metamorphose notwendig geworden ist, bergen zu können. Die Ausdehnungsfähigkeit des Abdomens ist aber bedingt 1. durch die Länge und Breite der Verbindungshäute und 2. durch ihre Biegsamkeit.

Die 1. Bedingung ist thatsächlich gegeben und ist vor allem durch die schützende und resistenter machende Eigenschaft der geschilderten Leistenstruktur möglich geworden, ohne dem Tier gefährlich zu sein.

Ebenso ist die 2. Bedingung erfüllt und zwar auf sehr einfache Weise, lediglich durch die verschiedene Stellung und Anordnung der Leisten. Diese verlaufen nämlich stets parallel zu den Falten, also senkrecht zu der Richtung, in der die faltenbildende Kraft wirkt.

Die seitlichen Pleuren können, soweit sie in dem Bereich der starren Segment-Platten liegen, nur in dorso ventraler Richtung zusammengeschoben werden; infolge dessen müssen hier die Leisten in Längsrichtung verlaufen. Bei den dorsalen und ventralen Intersegmentalhäuten kann die faltende Kraft nur in der Längsrichtung wirken; es entstehen also Querfalten und parallel zu diesen laufen auch die Leisten. — An der Stelle endlich, an der die Pleuren mit den Intersegmentalhäuten zusammentreffen, findet die Faltung in zweierlei Richtungen statt, sowohl dorso-ventral als auch von vorn nach hinten. Hier müssen die starren Leisten sich auflösen in einzelne kleine Inselchen, wenn nicht die Faltbarkeit stark beeinträchtigt werden soll.

Das Problem, bei möglichster Erhaltung der Elastizität oder Biegsamkeit doch eine gewisse Festigkeit zu erzielen, ist also auf sehr einfache Weise gelöst. Das Prinzip ist dasselbe, das wir anwenden, wenn wir einen Gummischlauch, um ihm eine größere Festigkeit und einen besseren Schutz zu geben, mit Draht umwinden.

Die vielen Arten der Gattung *Meloë* verhalten sich sehr verschieden in Bezug auf die Struktur der Verbindungshäute. Bei einigen z. B. *majalis* B. sind letztere lediglich mit kleinen ovalen, isolierten Plättchen besetzt, die hie und da auf einer Seite zu einem kleinen Zahn ausgezogen sind, welche Form bei anderen Arten vorherrschend ist. Die Uebergänge zu den typischen Häutungshaaren lassen sich perfekt herstellen, wenn man auch die mit Flügeldecken bedachten, verwandten Formen (*Cerocoma, Mylabris* etc.) berücksichtigt. Es dürfte deshalb ein Zweifel über die Natur der Leisten (als nachträglich, direkt nach der letzten Häutung modifizierte Häutungshaare) kaum bestehen, zumal man noch sehr häufig die Zusammensetzung der Leisten aus kleinen Plättchen beobachten kann. In diesen Fällen ist eben der Zwischenraum zwischen je 2 Plättchen weniger dicht als diese selbst chitinisiert und deshalb im durchfallenden Licht heller erscheinend.

Die Anordnung der Leisten, wie oben geschildert, liefert ein schönes Gegenstück zu der Architektonik der Spongiosa der langen Röhrenknochen, und ist ebenso wie dort lediglich durch mechanische Einwirkung (Druck und Zug) entstanden zu denken. [53]

Detmer, Botanische Wanderungen in Brasilien.

Verlag von Veit & Comp. in Leipzig.

In einem Bändchen von 188 Seiten schildert der Verfasser seine Reise nach Brasilien. Die im allgemeinen recht anziehenden Schilderungen werden in den rein botanischen Partien, der Darstellung biologischer Eigentümlichkeiten oder pflanzengeographischer Charakteristiken, sehr interessant. So wird das Buch dem Leser, der einen Einblick in Brasiliens Vegetation unter der Führung eines kompetenten Forschers gewinnen will, einige genussreiche Stunden verschaffen. R. K. [81]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. August 1897.** **Nr. 15.**

Inhalt: **Keller**, Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus paläolithischer und neolithischer Zeit. — **Spuler**, A. Weismann's neue Versuche zum Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge. — **Fürbringer**, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane (20. Stück). — **Prowazek**, Theoretische Betrachtung über die primitive Ortsbewegung. — **Hertwig**, Berichtigung einer mich betreffenden Bemerkung von Prof. Barfurth.

Das Schweizersbild, eine Niederlassung aus paläolithischer und neolithischer Zeit.

Im Spätherbste des Jahres 1891 war es, als Dr. Niesch in Schaffhausen unweit dieser Stadt im „Schweizersbild" eine prähistorische Niederlassung entdeckte, deren sorgfältige, wohldurchdachte Aufschließung eine ungeahnte wissenschaftliche Ausbeute zu Tage förderte. In einem umfangreichen, 344 Seiten starken, von 25 Tafeln und einer Karte begleiteten Bande der Neuen Denkschriften der allgemeinen schweiz. Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften (Bd. XXXV, 1896) liegt nunmehr die abgeschlossene Bearbeitung derselben vor. Sie bietet so viel des allgemein Interessanten, dass eine Besprechung derselben auch an diesem Orte wohl gerechtfertigt erscheint.

Ein Heiligenbild, das vor der Reformation von einem schaffhauser Bürger, mit Namen Schweizer, an der Immenfluh aufgestellt wurde, gab zur Benennung des überhängenden Felsens, der seit frühester Zeit menschlichen Niederlassungen ein schützendes Dach bot, Veranlassung.

Von oben nach unten sind in dem Profile folgende, mit bloßem Auge leicht zu unterscheidende Schichten vertreten:

1. Die Humusschicht, durchschnittlich 40—50 cm mächtig. In kulturgeschichtlicher Beziehung entsprechen ihr die Eisen- und Bronzezeit, paläontologisch ist sie durch die Fauna der gegenwärtigen Haustiere charakterisiert.

2. Die graue Kulturschicht, durchschnittlich 40 cm mächtig. Ihr entspricht die jüngere Steinzeit oder die neolithische Periode. Die paläontologischen Einschlüsse, die sie enthält, bilden die Waldfauna, die Fauna des Pfahlbaues, insbesondere die Edelhirschfauna.

3. Die Breccienschicht, an einzelnen Stellen 120 cm, im Mittel 80 cm mächtig, mit der oberen Nagetierschicht, durchschnittlich 10 cm mächtig. Diese ist ungefähr in der Mitte der Breccienschicht eingelagert. Sie ist die Periode zwischen der jüngern und der ältern Steinzeit und paläontologisch durch die Uebergangsfauna von der Wald-, zu der Steppenfauna.

4. Die gelbe Kulturschicht, 30 cm mächtig.

5. Die untere Nagetierschicht, 50 cm mächtig. Diese beiden Schichten repräsentieren die paläolithische Zeit. Die gelbe Kulturschicht enthält die subarktische Steppenfauna, die untere Nagetierschicht die Fauna der arktischen Tundra. Das Liegende, eine Schotterschicht, ist in einer Mächtigkeit von 1,5 m aufgeschlossen.

Aus den Untersuchungen von Professor Penk und Dr. Gutzwiller geht hervor, dass sämtliche Gesteinsarten dieser Schotterablagerung sich in den jüngsten glacialen Ablagerungen in der nächsten Umgebung des Schweizerbildes, teils freiliegend, teils von ganz wenig Ackererde bedeckt, vorfinden. Daraus ergiebt sich also, dass die prähistorische Niederlassung in die postglaciale Zeit fällt, d. h. in die Zeit nach den letzten Vorstoß des Rheingletschers auf das Alpenvorland.

Die die Schotterschicht überlagernde Schichte zeigte nicht in ihrer ganzen Ausdehnung eine gleichmäßige Beschaffenheit. An einzelnen Stellen bestand sie einfach aus Breccien ohne irgend welche Einschlüsse, an anderen dagegen fanden sich plötzlich wieder große Massen von Nagetierüberresten beisammen. Dass sie nicht durch Wasser hergeschwemmte Ansammlungen sein konnten, bewiesen der gute Erhaltungszustand der Knochen und die eigentümlichen Lagerungsverhältnisse. Ebenso wenig konnten sie die Reste von Raubtiermahlzeiten vorstellen. Sie wurden zunächst als die Abfälle aus der Küche der Troglodyten gedeutet, bis ein glücklicher Zufall zu einer Entdeckung führte, die eine ganz andere Erklärung über die Herkunft der Nagetierreste brachte. Beim Aufheben eines großen, flachen Steines, einer sogenannten Sitzplatte, an der unteren Grenze der gelben Kulturschicht, fanden sich mehrere, nur aus kleinen Nagetierknöchelchen bestehende, isolierte Häufchen, wie sie als Gewölle bei den Raubvögeln beobachtet werden; eine am unteren Gelenkende aufgeschlagene Tibia vom Renntier, deren hohler Raum nach aufwärts gerichtet stand, war mit einer großen Zahl ganz gelblicher Wirbel, Zähne und Kieferchen von Nagern angefüllt. Die Nagetierschicht bestand demnach zum Teil aus den Ueberresten der Mahlzeiten von Raubvögeln, wahrscheinlich von Eulen.

Studer in Bern und Nehring in Berlin bearbeiteten die paläontologischen Einschlüsse. Die Fauna der unteren Nagetierschichte ist nach ihren Bestimmungen folgende:

A. Säugetiere.

1. Fleischfresser:

Lynoe cervaria	Hirschluchs.
Canis lupus	Wolf.
Vulpes lagopus	Eisfuchs.
Canis vulpes	gemeiner Fuchs.
Gulo borealis	Vielfraß.
Ursus arctos	brauner Bär.
Foetorius erminsa	Hermelin.
Foetorius vulgaris	kleines Wiesel.

2. Insektenfresser:

Talpa europaea	Maulwurf.
Sorex vulgaris	gemeine Spitzmaus.
Sorex pygmaeus	Zwergspitzmaus.
Crocidura spec.	Feldspitzmaus.

3. Nagetiere:

Cricetus phaeus	kleiner Steppenhamster.
Cricetus vulgaris	gemeiner Hamster.
Mus spec.	eine kleine Mäuseart.
Arvicola glareolus	Rötelmaus.
Arvicola amphibius	Wasserratte.
Arvicola nivalis	Schneemaus.
Arvicola gregalis	sibirische Zwiebelmaus.
Arvicola ratticeps	nordische Wühlmaus.
Arvicola agrestis	Ackerwühlmaus.
Arvicola arvalis	gemeine Feldmaus.
Myodes torquatus	Halsbandlemming.
Lagomys pusilus	Zwergpfeilhase.
Lepus variabilis	Alpenhase.

4. Fledermäuse:

Vesperugo discolor	Zweifarbige Fledermaus.

5. Huftiere:

Rangifer tarandus	Rentier.
Rhinocerus tichorhinus	büschelhaariger Rhinoceros.
Equus caballus	Wildpferd.

B. Vögel.

Surnia nisoria	Habichtseule.
Surnia spec.	eine Eulenart.
Cerchneis tinnunculus	Thurmfalke.
Emberiza spec.	Ammer.
Tetrao urogallus	Auerhahn.

Lagopus albus	gemeines Moorschneehuhn.
Lagopus albus	Alpenschneehuhn.
Turdus	Drossel.
Anas acuta	Spießente.

C. Reptilien.

Lacerta viridis (?)	grüne Eidechse.
Lacerta agilis	gemeine Eidechse.

D. Fische.

Eine oder mehrere Fischarten.

Das Vorkommen des Halsbandlemming deutet darauf hin, dass die Fauna der unteren Nagetierschicht eine Tundrenfauna ist. Er ist gegenwärtig ein Bewohner der trockenen, höher gelegenen Teile der Tundra, ein „hyperboreales Eistier", das auch in Nordsibirien ein entschiedenes Höhen- und Felsentier ist. Mit seinem Vorkommen harmoniert sehr gut das gleichzeitige Vorkommen anderer nordischer oder alpiner Arten, wie der Schneemaus, der nordischen Wühlmaus, des Schneehasen, Eisfuchses, Rentieres, der Schneehühner.

Neben den arktischen Arten erscheinen nun in der unteren Nagetierschicht auch die Vertreter einer subarktischen Steppenfauna. Die beiden Hamsterarten, die sibirische Zwiebelmaus, der Zwergpfeilhase sind die wesentlichen Repräsentanten dieser Fauna. Es hat sich also während der Bildung dieses unteren, den Schotter überlagernden Schichte eine allmähliche Aenderung der Fauna vollzogen die mit einer Aenderung des Klimas und der Flora Hand in Hand ging. Es entstand ein Steppenklima mit arktischem Anstrich.

Dieser Steppenfauna gehörte zweifellos auch das Pferd an, das gemäß den erhaltenen Resten mit dem zur Diluvialzeit über ganz Europa verbreiteten Wildpferd übereinstimmt. Von den Pferden Frankreichs und Norddeutschlands weicht es durch Größe und etwas schlankeren Bau ab. Unter dem Einfluss verschiedener Umgebungen hat sich also schon frühzeitig eine Differenzierung vollzogen.

Die gelbe Kulturschicht verdankte ihre gelblich rötliche Farbe der Beimengung von gelblichem Lehm und einer außerordentlichen Menge von gelben Knochen und von durch Feuer rötlich gewordenen Kalksteintrümmern und alpinen Gesteinen.

Die paläontologischen Einschlüsse waren in dieser Schicht in größter Menge vorhanden, sowohl in Bezug auf die Masse — berichtet doch Dr. Niesch, dass die gefundenen Knochen im getrockneten Zustande 18—20 metrische Zentner wogen — als auch in Bezug auf die Arten. In reichlichster Menge war das Rentier vertreten, indem ca. $^3/_4$ sämtlicher Knochen von ihm stammten, nämlich 12500 Backenzähne, 420 kleinere und größere Kieferstücke, 3540 aufgeschlagene Phalangen, 450 unaufgeschlagene Phalangen, 1500 teils geöffnete, teils ganze

Klauen, 290 Afterklauen, 320 Astragali, 850 Gelenkenden von der Tibia, 900 Gelenkenden vom Humerus.

Im gebe im nachfolgenden wieder eine Zusammenstellung der von den Professoren Studer und Nehring bestimmten Arten.

A. Säugetiere.

1. Fleischfresser:

Canis lupus	Wolf.
Vulpes lagopus	Eisfuchs.
Vulpes vulgaris	gemeiner Fuchs.
Gulo borealis	Vielfraß.
Ursus arctos	brauner Bär.
Foetorius erminea	Hermelin.
Felis manul	Manulkatze.
Mustela mortes	Edelmarder.

2. Insektenfresser:

Talpa europaea	Maulwurf.
Sorex vulgaris	gemeine Spitzmaus.
Crocidura ceraneus	Hausspitzmaus.

3. Nagetiere:

Cricetis vulgaris	gemeiner Hamster.
Arvicola arvalis	gemeine Feldmaus.
Arvicola amphibius	Wasserratte.
Arvicola spec.	kleine Mäuseart.
Lagomys pusillus	Zwergpfeilhase.
Lepus variabilis	Alpenhase.
Castor fiber	Biber.
Sciurus vulgaris	Eichhörnchen.
Spermophilus rufescens	rötlicher Ziesel.

4. Paarzeher:

Rangifer tarandus	Rentier.
Capra ibex	Steinbock.
Cervus maral	Maralhirsch.
Cervus elaphus	Edelhirsch.
Capreolus caprea	Reh.
Ovis spec.	kleine Schafart.
Bison priscus	Bison.
Sus scrofa ferus	Wildschwein.

5. Unpaarzeher:

Equus caballus	Wildpferd.
Equus hemionus	Wildesel.

B. Vögel.

Tetrao tetrix	Birkhahn.
Lagopus albus	Moorschneehuhn.
Lagopus alpinus	Alpenschneehuhn.

Turdus pilarus	Wachholderdrossel.
Aquila fulva	Steinadler.
Erythropus vespertinus	Rotfußfalke.
Syrnium uralense	Uraleule.
Brachyotus palustris	Sumpfohreule.
Strix flammea	Schleiereule.
Corvus corax	Kolkrabe.
Corvus cornix	Nebelkrähe.
Otocoris alpestris	Alpenlerche.
Fringilla spec.	Finkenart.
Perdix cinerea	Rebhuhn.
Vanellus	Kiebitz.

C. Reptilien.

Bufo spec.	Kröte.
Rana spec.	Frosch.
Tropidonotus spec.	Natter.

D. Fische.

?	Eine Fischart.

Ein Vergleich der Fauna der gelben Kulturschicht mit der Tierwelt der unteren Nagetierschicht lässt uns einige sehr charakteristische Unterschiede kennen. Das arktische Element, jene Arten, welche der ältesten Fauna vom Schweizersbild den Stempel der Tundrenfauna aufprägen, fehlen. Dafür tritt ein anderes Element stärker in den Vordergrund, das uns in der Fauna der gelben Kulturschicht eine Steppenfauna erkennen lässt. Der rötliche Ziesel, der Zwergpfeilhase, der gemeine Hamster, sodann das Wildpferd und der Wildesel, vor allem auch die Manulkatze, deren heutige Heimat die felsigen Gegenden Südostsibiriens, der Tartarei und Mongolei sind, die geradezu als Steppenkatze bezeichnet wird, unter den Vögeln der Rotfußfalke und das Rebhuhn sind Arten, denen entweder der ausgeprägte Charakter der Steppentiere zukommt, oder die Steppengebiete bevorzugen.

Der allmähliche Wandel der Tundrenfauna zur Steppenfauna, auf den schon gewisse Vorkommnisse der unteren Nagetierschicht hinwiesen, verrät sich übrigens auch in der Fauna der gelben Kulturschicht, welcher noch eine ganze Reihe alpiner und subarktischer Arten, wie der Eisfuchs, der Vielfraß, der Alpenhase, der Steinbock, das Rentier, die Sumpfohreule, die Nebelkrähe, die Alpenlerche, der Birkhahn, das Alpenschneehuhn und das Moorschneehuhn beigesellt sind.

Die fortschreitende Umwandlung der Fauna scheint auch in den Resten jener Arten ihren Ausdruck zu finden, welche in der Gesellschaft einer nordischen Steppenfauna etwas fremd anmuten, da wir sie eher als Waldtiere kennen, wie der Edelhirsch, das Reh, das Wildschwein, das Eichhörnchen, der Baummarder, der Biber. Niesch macht übrigens darauf aufmerksam, dass diese Tiere nur in ganz ge-

ringen Ueberresten sich fanden, z. B. vom Biber ein einziger oberer Schneidezahn und ein Humerus, vom Eichhörnchen nur ein Unterkiefer, vom Reh zwei Unterkieferfragmente, vom Wildschwein ein großer Hauer und vereinzelte wenige Zähne. Alle diese Reste lagen überdies am Uebergang zwischen der gelben und grauen Schichte.

Die obere Nagetierschichte war verhältnismäßig arm an Einschlüssen. Prof. Nehring wies folgende Arten nach.

Rangifer tarandus	Rentier.
Lepus spec.	Hase.
Lagomys pusillus	Zwergpfeilmaus.
Myoxus glis	Siebenschläfer.
Eliomys nitela	Gartenschläfer.
Mus spec.	kleine Mäuseart.
Sciurus vulgaris	Eichhörnchen.
Arvicola amphibius	Wasserratte.
Arvicola ratticeps	nordische Wühlmaus.
Crocidura spec.	Spitzmaus.
Talpa europaea	Maulwurf.
Foetorius vulgaris	kleiner Wiesel.
Foetorius erminea	Hermelin.
Mustela martes	Edelmarder.
Einige Vogelreste.	
Eine Schlangenart.	
Lacerta agilis	gemeine Eidechse.
Eine Krötenart.	
Eine Froschart.	

Die Fauna dieser oberen Nagetierschicht ist in höherem Maße durch die im Vergleich zu den vorangehenden Schichten fehlenden Elementen gekennzeichnet als durch die vorhandenen. Das arktisch-alpine Element ist verschwunden. Zugleich aber fehlen auch die typischen Steppenbewohner. Es ist eine Uebergangsfauna, die uns erkennen lässt, dass während der Bildung der Breccienschichte der Wald immer größere Fortschritte machte. Das wärmere Klima ließ durch ihn die Steppenflora verdringen.

Charakteristischer ist wieder die Fauna der grauen Kulturschicht. Ihr großer Aschenreichtum bedingte ihr Aussehen. Nach den Bestimmungen von Prof. Studer, und Prof. Nehring waren folgende Reste folgender Tiere in ihr erhalten:

1. Fleischfresser:

Ursus arctos	brauner Bär.
Meles taxus	Dachs.
Mustela martes	Edelmarder.
Canis lupus	Wolf.
Canis vulpes	gemeiner Fuchs.
Felis catus ferus	Wildkatze.

2. Insektenfresser:

Talpa europaea	Maulwurf.

3. Nagetiere:

Lepus timidns	Feldhase.
Castor fiber	Biber.
Sciurus vulgaris	Eichhörnchen.
Cricetus vulgaris	gemeiner Hamster.
Arvicola amphibius	Wasserratte.

4. Paarzeher:

Bos primigenius	Urstier.
Bos taurus Brachyceros	Torfrind.
Capra hircus	Ziege.
Ovis aries	Schaf.
Cervus elaphus	Edelhirsch.
Capreolus caprea	Reh.
Rangifer tarandus	Rentier.
Sus scrofa ferus	Wildschwein.

5. Unpaarzeher:

Equus caballus	Pferd.

6. Vögel:

Lagopus albus	Moorschneehuhn.

Bezüglich der Häufigkeit des Vorkommens der Ueberreste steht in erster Linie der Edelhirsch, dann folgen das Reh, das Pferd und das Torfrind. Bezüglich der Knochen des Rentiers spricht Studer die Vermutung aus, dass dieselben durch das Aufwerfen der Erde bei Herstellung der neolithischen Gräber in die höheren Schichten gekommen sein dürften. Die Fauna kann als eine Waldfauna bezeichnet werden. Sie war der ähnlich, die in den ältesten Pfahlbauten der Steinzeit nachgewiesen wurde. Es hat sich also der Uebergang von der Steppenfauna zur Waldfauna vollzogen.

In der Humusschichte endlich erscheinen Tiere, die auch heute noch unserer Fauna angehören, die Katze, der Hausmarder, Feldhase, Kaninchen, Hausrind, Schaf, Edelhirsch, Reh, Hausschwein und dazu der Elch (*Cervus alces*), der unserer heutigen Fauna fehlt, wahrscheinlich aber bis in das 10. Jahrhundert in der Schweiz lebte.

Die Stätte, die in ihrem Schosse so überaus interessante Zeugen des Wechsels der Fauna in der postglacialen Zeit barg, einer Wanderung die uns gleichzeitig in beredter Weise Zeugnis für Veränderung des Klimas und Hand in Hand damit auch der Flora ablegt, ist nun namentlich auch dadurch von Bedeutung geworden, dass sie zahlreiche Artefakte und viele menschliche Skelettteile einschloss. Letztere gehören alle der neolithischen Periode an. An derselben Stelle, an der er gelebt hat, hat der Mensch der neolithischen Periode auch seine Toten begraben. Prof. Kollmann in Basel hat

die Funde aus 22 Gräbern zum Gegenstande einlässlicher Studien gemacht. Sie verdienen um so eher auch über die Fachkreise hinaus bekannt zu werden, als sie zu der interessanten Entdeckung führten, dass am Schweizersbild zur neolithischen Zeit zwei Menschenrassen lebten. Es wurden Knochenreste von Menschen gefunden, die eine ansehnliche Körperhöhe besaßen, wie sie unter uns als Regel angesehen wird, nämlich von 1600 mm Körperhöhe und darüber und Knochenreste, welche offenbar von Pygmaeen herrühren, d. h. von Menschen mit einer Körperhöhe von weit unter 1600 mm, deren kleiner Wuchs gleichwohl nichts mit dem auf krankhafter Unterlage entstandenen Zwergwuchs gemein hat. Die Funde von Schweizersbild liefern also Belege dafür, dass in Europa während der neolithischen Periode neben den hochgewachsenen Varietäten des Menschen auch eine pygmaeenhafte Varietät gelebt hat, sowie dies heute noch in anderen Kontinenten der Fall ist.

Die Zahl der bestatteten betrug 27. 14 derselben waren Erwachsene, 13 Kinder bis zu 7 Jahren, 5 Schädel waren erhalten, die zum Teil den Typus der Mesocephalie, z. T. der Dolichocephalie repräsentieren. Bei dem defekten Zustande der Schädel war es leider nicht möglich, eine direkte Angabe über die Kapazität zu machen, weil zerbrechliche Schädel und noch dazu solche ohne Basis weder mit Schrot noch mit Hirse zu messen sind. Da nun aber gerade die Frage nach der Masse des Gehirns für Menschen solch entlegener Zeiten im Vordergrund des Interesses steht, zumal nach der Ansicht der einen Anthropologen eine Zunahme der Kapazität des Schädels behauptet wird, während sie andere bestreiten, suchte Kollmann aus der Circumferenz des Schädels auf die Kapazität zu schließen.

Für die Männer ergibt sich folgendes Resultat:

Circumferenz (Grab Nr. 8 und 14) 500 und 490 mm
Kapazität . . . . . ca. 1260 cm³

Die mittlere Kapazität der süddeutschen Männer beträgt nach Bischoff 1528 cm³.

Für die Frauen vom Schweizersbild ergaben sich folgende Zahlen:

Circumferenz (Grab Nr. 9 und 12) 480 und 305 mm
Kapazität im Mittel . . . . . ca. 1203 cm³.

Für süddeutsche Frauen gibt Bischoff als Mittel 1431 cm³ an.

Es ist also die Kapazität der Vertreter des Steinvolkes am Schweizersbild erheblich geringer als für die Süddeutschen der Gegenwart.

Die Schlüsse auf die Größe des Gehirngewichtes aus dem Horizontalumfang des Schädels ergaben:

Männer vom Schweizersbild	1203 g
Mittel der süddeutschen Männer	1387 „
Frauen vom Schweizersbild	1206 „
Mittel der süddeutschen Frauen	1237 „

Wenn also diese Zahlen erkennen lassen, dass die Männer und Frauen der neolithischen Zeit bezüglich der Kapazität, sowie des Hirngewichtes hinter den entsprechenden Mittelmassen europäischer Männer und Frauen der Jetztzeit zurückstehen, so darf dieses Ergebnis nach Kollmann deswegen nicht als Beweis für die Theorie von der Zunahme der Kapazität durch die Kultur herangezogen werden, weil einzelne der Schädel zu jugendlich sind und zugleich von Pygmaeen stammen.

Bezüglich des Gesichtsschädels ergaben die Messungen der männlichen Schädel, dass die Männer vom Schweizersbild ein breites (chamaeprosopes) Gesichtsskelett hatten, also Stumpfnase, breiten Ober- und Unterkiefer.

Die nachfolgende Zusammenstellung lässt einiges von dem Größenunterschied zwischen den Zwergrassen und den herrschenden Rassen von heute erkennen. In der ersten Reihe stehen die Schädelmaße eines Mannes der großen europäischen Rasse, in der zweiten diejenigen des Zwerg-Sicilianers, in der dritten derjenigen der Pygmaeen vom Schweizersbild.

Schädelmaße von Europäern.

	Große Rasse	Pygmaee von Messina	Pygmaee von Schweizersbild
Kapazität	1460 cm³	1031 cm³	1207 cm³
Gerade Länge des Hirnschädels	191 mm	162 mm	170 mm
Größte Breite	141 „	119 „	125 (?) „
Höhe	150 „	130 „	126 „
Stirnbreite	104 „	88 „	89 „
Circumferenz	533 „	468 „	505 „
Gesichtshöhe	88 „	87 „	110 „
Oberkieferhöhe	60 „	53 „	64 „
Jochbogen-Distanz	142 „	120 „	113 „
Breite der Orbita	40 „	37 „	38 „
Höhe der Orbita	31 „	31 „	33 „
Länge der Nase	49 „	41 „	45 „
Breite der Nasenöffnung	26 „	25 „	20 „
Gaumenlänge	52 „	38 „	50 „
Gaumenbreite	43 „	45 „	40 „
Länge der Basis	110 „	81 „	Nicht messbar
Länge des Hinterhauptes	81 „	51 „	„ „
Längenbreitenindex $= \frac{B \cdot 100}{L}$	73,8 „	73,5 „	71,4 „
Längenhöhenindex $= \frac{H \cdot 100}{L}$	78,3 „	80,2 „	73,5 „
Breitenhöhenindex $= \frac{B \cdot 100}{H}$	94 „	91 „	99,1 „

Gesichtsindex	$= \frac{Ph.100}{J.D}$ . .	61,9 cm²	72,5 cm²	102,7 cm²
Oberkieferindex	$= \frac{Oh.100}{J.D}$ . .	42,3 „	44,4 „	56,4 „
Orbitalindex	$= \frac{Ob.h.100}{Ob.Br.}$.	77,7 „	83,7 „	86,8 „
Nasenindex	$= \frac{Nb.100}{Nl.}$ . .	51 „	60,2 „	44,4 „
Gaumenindex	$= \frac{Pb.100}{Gl.}$ . .	82,7 „	118,4 „	80,0 „

Zwei Unterkieferfragmente liefern Kollmann den Beweis der Existenz zweier verschiedener europäischer Varietäten am Schweizersbild. Das eine zeigt die scharf ausgeprägten Merkmale, welche die Varietäten mit schmalem Gesicht auszeichnen, ein Zeichen, dass am Schweizersbild Menschen auch der hochgewachsenen Varietäten gelebt haben mit länglichem Gesichtsschnitte. Das zweite Unterkieferfragment zeigt die Eigenschaften des Unterkiefers der chamaeprosopen Varietät der europäischen Bevölkerung, jener Varietät, die durch ein breites Gesicht, stark vorspringende Jochbogen, überhängende Stirn, die die Augen tief beschattet, und einen Stirnwulst, der die Wurzel der eingebogenen kurzen Nase nach oben begrenzt, so wohl gekennzeichnet ist. So lehren also die Funde vom Schweizersbild, dass die Langgesichter und die Breitgesichter von uralter Herkunft sind und dass schon in der Urzeit verschiedene Varietäten nebeneinander lebten.

Einer spätern Zeit, der Metallzeit, gehört ein Schädel aus dem Grabe Nr. 4 an. Er ist durch folgende Indices ausgezeichnet:

Gesichtsindex	73,9	chamaeprosop (breit)
Obergesichtsindex	46,9	„
Nasenindex geschätzt auf . . .	64,8	also platyrrhin
Augenhöhenindex	66,7	chamaechon
Gaumenindex	95,7	brachystaphylin.

Aus diesen Zahlen lässt sich folgendes Bild dieses späteren Schädels rekonstruieren: Er ist ein mittellanger, hoher Kopf mit breitem Gesicht (chamaeprosop). Der Gesichtsschädel sieht aus, als ob er von oben nach unten zusammengedrückt wäre; die Augenhöhlen niedrig und gleichzeitig breit; die Nase kurz, der Gaumen weit, der Oberkiefer dadurch ebenfalls weit ausgelegt mit samt den Wangenbeinen und Jochbogen.

In diesem gleichsinnigen Bau in den einzelnen Abteilungen des Gesichtsskelettes sieht Kollmann einen Ausfluss der Korrelation. Wie hier das breite Gesicht entsprechende Umänderung anderer Teile nach sich zog, so führt die Korrelation am Schädel mit langem Gesicht jene Umänderung herbei, durch welche alle einzelnen Teile in die Höhe gebaut erscheinen. In solch korrelativ geformten Schädeln sieht

Kollmann die typischen oder reinen Rassenschädel, weil sie eine bestimmte Grundform unvermischt zum Ausdruck bringen. Diese Auffassung ist freilich nicht unbestritten geblieben. So halten die beiden Sarasin diese charakteristischen Formen nur für die Endpunkte einer nach 2 Richtungen auseinandergehenden Variationsreihe des Schädels, die man nicht als Urtypen auffassen dürfe, da schon bei dem Chimpanse eine breite und eine hohe Form des Gesichtsschädels vorkomme. Kollmann wendet dagegen ein, dass es sich dabei um zwei verschiedene Arten des Chimpanse handle, die sich durch breite und durch schmale Gesichtsschädel auszeichnen. Wie die vergleichende Anatomie zur Charakterisierung der Species sich mit Erfolg auf der Gestaltung des Schädels bedient, so kommt ihr auch für die Rassenanatomie eine fundamentale Bedeutung zu.

Wir haben zu Anfang schon betont, dass die Gräberfunde vom Schweizersbild zur Entdeckung einer Pygmaeenrasse führten.

Es mag nun hier eine Zusammenstellung der Körpergrößen folgen, die wesentlich auf Grund der Oberschenkelknochen nach verschiedenen Methoden gemessen wurden.

Tabelle der Körperhöhe.

Herkunft	Grab	Geschlecht	Femur nach Ossaea	Femur nach Manouvrier	Körperhöhe nach Ossaea gemessen	Körperhöhe nach Rollet gemessen	Körperhöhe nach Manouvrier gemessen
a. Pygmaeen.							
Schweizersbild	2	♀	367	369	1380	1371	1416
„	12	♀	357	355,2	1380	1318	1355
„	14	♀	396	393	1380	1458	1500
Mittel					1380	1382	1424
b. Hochgewachsene Varietäten.							
Schweizersbild	5	♂	453	454	1690	1657	1662
c. Hochgewachsene Varietäten anderer Herkunft.							
Madleine	—	♂	458	—	1705	1680	1660
Langerie	—	♂	449	—	1685	1647	1650
Cro-Magnon	—	♂	488	—	1900	1804	1750
Baumes-Chaudes	—	♂	421	—	1600	1549	1600

Körperhöhe der Frauen von Pygmaeenvölkern.

Schweizersbild . . .	1424	mm
Waddafrauen . . .	1433	„
Akkafrauen	1360	„
Andamanfrauen . . .	1370	„
Buschmännin	1360	„
Hottentottin	1350	„

Die Vermutung, dass diese Pygmaeen nicht rassenanatomisch charakterisierte Varietäten, sondern einfachen Kleinwuchs oder Zwerg-

wuchs vorstellen, weist Kollmann mit den Hinweis zurück, dass an den erhaltenen Knochen jegliche Andeutung des Einflusses eines pathologischen Prozesses fehlt.

In diesen Pygmaeen der Steinzeit sieht Kollmann den Rest von Zwergrassen, welche vor der Ankunft der heutigen großen Rassen den Kontinent bewohnt haben. Die Zwergrassen stellen nach ihn die Vorstufe des Menschengeschlechtes dar, das heute die Erde bevölkert. Sie sind Reste jener Unterarten des Menschen, aus denen die heutigen Rassen hervorgingen.

Ueber die Kulturstufe des Menschen vom Schweizersbild geben die verschiedenartigsten kulturhistorischen Einschlüsse ein gutes Bild. Fehlen den paläolithischen Schichten menschliche Skelettteile, so enthalten sie doch eine Reihe von Artefakten, die uns seine Anwesenheit auch in dieser frühen, der Glacialzeit unmittelbar folgenden Zeit verraten. Es sind vor allem Werkzeuge aus Feuerstein, welche ausschließlich durch Druck oder Schlag hergestellt worden. Es sind 3- und 4kantige Messer, Schaber, Sägen und Bohrer, zu deren Herstellung die Silexknollen, die im Kalk des obern Jura eingeschlossen sind, verwendet wurden. Mit diesen Feuersteininstrumenten stellten sie auch Artefakte aus Knochen und Geweihen her, verarbeiteten sie zu Pfriemen, Meißeln, Harpunen und Nadeln. Als Hammer dienten die der nahen Moraene und dem Bachschotter entnommenen Kiesel.

Eine Feuerstätte, die in dieser unteren Nagetierschicht gefunden wurde, lehrt uns, dass schon dem paläolithischen Menschen die Kunst Feuer anzumachen bekannt war. Er verzehrte seine Jagdbeute nicht roh, sondern gebraten. Er war also kein Kannibale, sondern stand schon auf einer gewissen Stufe der Gesittung.

Reicher an Einschlüssen menschlicher Kulturprodukte war die gelbe Kulturschicht, die ebenfalls der paläolithischen Periode zuzuzählen ist. 14000 Feuersteininstrumente und 1304 Artefakte aus Knochen und Geweihen. Die nachfolgende Zusammenstellung letzterer gibt uns vielleicht einen besseren Einblick in die Kulturstufe dieses jüngeren paläolithischen Menschen als lange Beschreibungen.

Uebersicht der Artefakte aus der gelben Kulturschicht.

60 Nadeln,
180 Nadelspitzen und angefangene Nadeln,
156 Pfriemen und Ahlen,
98 Meißel,
160 Pfeile, Lanzen und Lanzenspitzen,
455 angeschnittene und angesägte Knochen und
187 angeschnittene und ausgeprägte Geweihe von Rentieren,
3 Harpunen,
2 Kommandostäbe und 15 Bruchstücke solcher,

41 Rentierpfeifen,
3 Zeichnungen auf Geweihstücken vom Rentier,
11 Zeichnungen, Strichornamente auf Knochen,
7 Zeichnungen auf einer Kalksteinplatte,
2 bearbeitete und verkohlte Holzstücke,
37 bearbeitete und unbearbeitete Braunkohlenstücke,
6 Perlen aus Braunkohle, Pagat,
42 Schmuckgegenstände, als durchlöcherte Muscheln, Versteinerungen, durchlöcherte Zähne vom Eisfuchs und Vielfraß,
mehrere Herdstellen, darunter eine ganz künstlich angelegte,
mehrere Werkstätten, wo die Feuer-Instrumente geschlagen wurden,
sorgfältig gepflasterte Stellen u. s. f.

Die Petrefakten, die vom paläolithischen Menschen auf den Jagdzügen als Schmuckgegenstände in seine Wohnstätte gebracht wurden, sind für uns deswegen von besonderer Bedeutung, weil sie uns einen Fingerzeig geben, wie weit sich die Jagdzüge der Ansiedler des Schweizersbild erstreckt haben mochten. 2 derselben, *Ostrea longirostris* und *Isoarca*, wurden im Tertiär bei Ramsen gefunden, ca. 4 bis 5 Stunden östlich vom Schweizersbild, 5, nämlich *Spirifer Waccette*, *Ammonites subrotiformis*, *A. arietiformis*, *Belannites*, *Gryphaea arenata*, stammen aus der Lias der Wutachtales und von der Nord- und Westseite des Randens, Orten, die ca. 4—5 Stunden östlich und nördlich vom Schweizersbild liegen. Vom Nordrand des Randens stammen ferner die dem braunen Jura angehörigen Petrefakten *Terebratula lagenalis* und *Rynchonella*. 13 Versteinerungen aus dem weißen Jura können von den Felsen am Schweizersbild oder aus der nächsten Umgebung stammen.

Neben diesen Versteinerungen fand sich aber noch eine Reihe teils bearbeiteter, teils unbearbeiteter Muscheln, welche nirgends in der Schweiz oder am Bodensee oder im näheren Süddeutschland vorkommen. Aus dem Umstande, dass diese Schmuckgegenstände zum größten Teil aus dem marinen Tertiär des Mainzer-Beckens stammen, also wohl als Handels oder Tauschgegenstände hergebracht wurden, schließt Dr. Niesch, dass höchstwahrscheinlich schon zur Diluvialzeit der Rhein als Handelsstraße nach und von den Niederrheingegenden diente.

Die graue Kulturschichte, welche der neolithischen Zeit angehört und durch die in ihr befindlichen Gräber so bedeutungsvoll wurde, hat auch kulturhistorische Einschlüsse, die jedoch viel weniger zahlreich sind, als in der gelben Kulturschicht. Ein wesentlicher Fortschritt gegenüber der paläolithischen Zeit besteht darin, dass auch geschliffene Steinwerkzeuge, Beile und Aexte aus Serpentin gefunden wurden. Ebenso fanden sich dickwandige, grobkörnige Topfscherben.

Dr. Niesch stellte einige Berechnungen über das absolute Alter der ganzen Niederlassung und der einzelnen Schichten an. Er geht dabei von der Voraussetzung aus, dass die neolithische Zeit ca. 4000 Jahre hinter der Gegenwart zurückliege, dass ferner die Verwitterung des Felsens beim Schweizersbild seit der Diluvialzeit bis auf die Gegenwart gleichmäßig vor sich gegangen sei. Zu letzterer Voraussetzung berechtigt der ganz gleichartige petrographische Charakter der Breccie von unten bis oben. Danach wäre zur Ablagerung einer Schichte von 1 cm Mächtigkeit ein Jahrhundert notwendig gewesen und es ergäbe sich demnach:

1. Humusschichte von 40 cm Mächtigkeit: 4000 Jahre,
2. neolithische Schicht von 40 cm Mächtigkeit: 4000 Jahre,
3. obere Breccienschicht von 80—120 cm Mächtigkeit: 8000—12000 Jahre,
4. gelbe Kulturschicht von 30 cm Mächtigkeit: 3000 Jahre,
5. untere Nagetierschicht von 50 cm Mächtigkeit: 5000 Jahre.

Die ganze Niederlassung von 240—290 cm Mächtigkeit, erforderte daher zur Bildung einen Zeitraum von 24000—29000 Jahre. [76]

Dr. Robert Keller (Winterthur).

A. Weismann's neue Versuche zum Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge[1])

(vom Standpunkt eines Schmetterlingssystematikers aus referiert).

Von Dr. **Arnold Spuler**,
Privatdozent in Erlangen.

Soweit ich noch Gelegenheit hatte, mit den Schmetterlingsliebhabern zu sprechen — überall erfuhr ich, dass sich kaum noch junge Kräfte finden, die sich eingehend mit der Lepidopterologie beschäftigen. In Amerika und England steht es allerdings um diese Disziplin besser als bei uns, denn bei uns sind die jüngern Forscher so vereinzelt, dass es bald um eine Vermehrung unserer faunistischen Kenntnisse schlecht bestellt sein dürfte. Wer aber nicht selbst gesammelt, sich von Jugend auf viel mit unseren Lieblingen beschäftigt hat, der wird später kaum mehr Zeit finden, sich die Menge von Detailkenntnissen zu erwerben, die zu einer sichern Bearbeitung systematischer Fragen nötig ist, er müsste denn in der Lage sein, sich einige Jahre hindurch ausschließlich den Lepidopteren zu widmen.

Zunächst gilt es, nachdem man erkannt hat, dass unser heutiges Schmetterlingssystem ein Hemmschuh für die Vertiefung unseres Wissens bezüglich der Stammesgeschichte dieser Tiergruppe ist, ein natürliches System derselben zu eruieren. Dabei ist durch Spekulationen, die ohne genügende Artkenntnis unternommen werden, wenig zu erwarten. Wenn wir den verschütteten Stammbaum ausgraben wollen, dürfen wir, wie dies schon öfter betont wurde, rationeller Weise nicht Schächte aufs geratewohl in die Tiefe treiben, um direkt die Beziehungen der Hauptstämme

1) Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. VIII und in Sonderabdruck, G. Fischer, Jena 1895.

festzustellen, sondern wir müssen die Verhältnisse der Endzweige klar legen und erst dann können wir, durch solche Arbeiten orientiert, uns weiter in die Tiefe wagen. Es sind also wesentlich genaue Bearbeitungen der Familien, welche uns zunächst nötig sind. Zum andern handelt es sich darum, an diesem für biologische Experimente so günstigen Material der Lösung allgemeiner biologischer Probleme nachzugehen. Auch bei diesen Fragen sind eingehende faunistische Kenntnisse nötig, um zu einer richtigen Beurteilung der durch die Experimente gewonnenen Resultate zu gelangen. Beide Untersuchungsreihen greifen vielfach ineinander, denn zu einer zweckentsprechenden Anordnung der Versuche sind phyletische Kenntnisse nötig, und umgekehrt sind die Resultate der Experimente bedeutungsvoll für die Feststellung der verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Arten.

Bei der prekären Lage der Lepidopterologie werden weite Kreise der Schmetterlingsliebhaber nicht nur sondern auch solcher Forscher, welche allgemeinen biologischen Problemen nachgehen, es freudig begrüßt haben, als August Weismann vor einiger Zeit die neuen Versuche zum Saisondimorphismus der Schmetterlinge erscheinen ließ. Darf man doch hoffen, dass sich wieder mehr Kräfte der Schmetterlingskunde zuwenden, wenn von so kompetenter Seite die große Bedeutung eingehender biologischer Kenntnisse, die sich nur durch eigene Beobachtung erwerben lassen, dargethan wird.

„Die vorliegende Abhandlung enthält die ausführliche Darlegung einer Reihe von Versuchen", die Weismann „im letzten Jahrzehnt mit verschiedenen Tagschmetterlingen angestellt hat, um zu einer gesicherten Beantwortung der Fragen zu gelangen, welche in" seiner „ersten Schrift: „Ueber den Saison-Dimorphismus der Schmetterlinge" mehr angeregt als gelöst worden waren". Namentlich wollte er eine präzisere Antwort auf die Frage erhalten, „wie weit die Erscheinung des Saison-Dimorphismus überhaupt direkt von Temperatureinwirkungen hervorgerufen sein möchte, und wie weit Klimaunterschiede dauernde, d. h. erbliche Wirkungen auf die Färbung von Schmetterlingen hervorrufen können". Er betrachtet die Fragen noch keineswegs als gelöst und stellt weitere Untersuchungen in Aussicht.

Zunächst teilt er Vesuche an *(Chrysophanus) Polyommatus phlaeas*, dem überall häufigen Feuervögelchen, mit.

Eier von Weibchen, welche Dr. Schiemenz im Frühjahr 1888 bei Camaldoli gefangen, wurden zum Teil in Neapel aufgezogen. Sämtliche 32 Falter zeichnen sich „durch einen sehr breiten, tiefschwarzen Rand der Oberseite der Vorderflügel aus und durch sehr große und tiefschwarze Flecke". Die für die *v. eleus* charakteristische, von der Wurzel ausgehende schwarze Bestäubung der Oberseite ist sehr verschieden stark vorhanden. Die gleiche Variabilität des *eleus*-Charakters zeigen auch im Juni und Juli in Süd-Japan (Tokyo) gefangene Exemplare. In Freiburg schlüpften die zuerst hellgelben, mit einem Flaum langer Haare versehenen Räupchen von gewöhnlicher Körperform vom 22.—26. Mai aus. „Schon am 4. Juni waren sie schildförmig". Nachdem sie zuerst nur die Chlorophyllschicht der Blätter von der Unterseite her abgenagt, fraßen sie vom 7. Juni an die ganzen Blätter. „Viele blieben ganz grün, andere zeigten die lebhaften weinroten Längsstreifen (Dorsal- und Infrastigmal-

streif) auf grünem Grunde, eine Farbenanpassung an die rot schimmernden Stengel vieler Ampferpflanzen, deren Rot genau von derselben Schattierung ist wie das der Raupen". Auch hier stehen „die Variationen des Schmetterlings in keinerlei Beziehung zur Raupenfarbe". Vom 21.—28. Juni erfolgte die Verpuppung.

Der bei Zimmertemperatur (14—18° C.) gehaltene Teil der Puppen lieferte 35 Schmetterlinge, 8 entschieden *v. eleus*, die andern ohne schwarze Bestäubung, aber alle mit breiteren und tiefer schwarzen Rändern und größern schwarzen Flecken als die deutschen *phlaeas*.

Ein anderer Teil der Raupen ward bei Beginn der Verpuppung in den Eisschrank gesetzt und bei 7—10° gehalten. Vom 27./VIII. bis 16./IX. schlüpften viele Falter aus. Da vielfach das Rot durch die Feuchtigkeit des Eisschranks ganz blassgelblich ward (cfs. ab. *schmidtii*!), so brachte W. die noch übrigen Puppen zum Teil ins Zimmer, sie lieferten so 18 Falter, der Rest schlüpfte bei 10—11° im Eisschrank zumeist verkrüppelt nach und nach aus.

„Von den 51 ausgeschlüpften Schmetterlingen sind nur 2 etwas schwärzlich bestäubt", alle andern hell rotgolden, mit sehr kleinen schwarzen Flecken, die meisten aber mit breitem und tiefschwarzem Rand, der sich oft als breiter Streif am Vorderrand gegen die Flügelwurzel hinzieht. Sie zeigen also ein Gemisch von Charakteren der südlichen und der nördlichen Form.

Die Raupen aus Eiern von einem in Leipzig gefangenen Weibchen wurden von Ende August bis 12. September in einem Treibhaus gehalten, dessen Temperatur vom Abend bis gegen 10 Uhr morgens 20—26° C., um die Mittagsstunden aber 25—35° C. betrug, von da ab in einem Brutzwinger von 27—30° C. Die Temperatur ward gegen Ende des Versuchs bis 38° C. allmählich gesteigert.

Von den 23 Schmetterlingen sind 8 genau die gewöhnlichen deutschen *phlaeas;* 13 etwas dunkler, der schwarze Rand etwas breiter, die schwarzen Flecken etwas größer; 2 so stark schwarz bestäubt wie in Neapel aufgezogene Stücke der dunkelsten Varietät, also richtige *v. eleus*.

Diese Versuche ergeben also zunächst, dass die Temperatur, welche auf die Puppe einwirkt, die Färbung des Schmetterlings beeinflusst.

Dass die Temperatur nur während der Puppenzeit, nicht aber während der Larvenzeit einwirkt, ergeben die mitgeteilten Versuche von Neapler Eiern in Freiburg, besonders eklatant aber ein Versuch von Merrifield[1]).

Die Brut neapolitanischer Tiere, bei gewöhnlicher Temperatur in Freiburg aufgezogen, ergab sogar viel zahlreichere dunkle Stücke, als die Brut norddeutscher Schmetterlinge selbst dann, als ihre Puppen andauernd einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt wurden. „Das lässt keine andere Erklärung zu als die einer größern erblichen Anlage der neapolitanischen Brut zur Schwarzfärbung". „Da nun ferner die direkt verdunkelnde Wirkung der Wärme unleugbar ist, so liegt die Annahme nahe, die größere Neigung der neapolitanischen Brut zum Schwarzwerden beruhe

1) F. Merrifield, The effects of temperature in the pupal stage on the colouring of *Pieris napi*, *Vanessa atalanta*, *Chrysophanus phlaeas* etc. in: Transact. Ent. Soc. London 1893, p. 55.

auf einer dauernden Veränderung des Keimplasmus durch die in jedem Sommer von neuem einwirkende Wärme".

Weismann scheint es, „dass dieser Fall nicht wenig zu Gunsten der" — „Annahme spricht, nach welcher der Keim vorgebildete Bestimmungsstücke der einzelnen Elemente enthält, welche später den Körper zusammensetzen: ‚Determinanten'". Dieselben Determinanten, welche die verschiedenen Schuppen des Flügels bestimmen, finden sich im Keimplasma der Fortpflanzungszellen und in der Flügelanlage der Puppe, und es liegt nahe, anzunehmen, dass sie an beiden Orten von der Wärme getroffen und in gleicher Weise, wenn auch nicht gleichstark beeinflußt werden. Merrifield's Versuche bestätigen vollständig diejenigen Weismann's.

Die Neapler *phlaeas*-Kolonie ist also eine Lokalrasse. Dies geht auch aus andern vom Klima unabhängigen Merkmalen hervor, soweit sie überhaupt nicht nur individuelle Variationen sind. Solche sind die hellblauen Flecken der Hinterflügel einwärts vom Saum, deren Vorkommen schon längst bekannt ist. „Wie sie zu erklären sind, ist fraglich, möglicher Weise als Reste einer frühern Zeichnung, die im Verschwinden begriffen ist, möglicher Weise auch als ein neu sich festsetzender Charakter". Nach meiner Erfahrung finden sich wohl entwickelte blaue Flecken namentlich bei hellen Stücken. Als ich seiner Zeit die Zeichnung der Lycaeniden studierte, kam ich zu dem Resultate, dass dieses Blau ein neuauftretender Charakter ist — man vergleiche *Polyomm. amphidamas* ♀ und ♂, *alciphron* ♀ und ♂, ferner *Lyc. balcanica* ♀, *icarus. ab coerulea* ♀ und andere. Indessen ist die Stelle des Auftretens der blauen Flecke bedingt durch eine bei den meisten Formen untergegangene, dort stehende Reihe heller Flecken, die aber bei manchen Formen, namentlich in Varietäten des konservativeren Weibchens, außer den eben angeführten auch bei dem häufigen *corydon*, sich noch findet, auf der Unterseite aber überhaupt bei den Lycaeniden vorhanden ist[1]). Die rote Saumbinde auf der Unterseite der Hinterflügel variiert „unabhängig von der Temperatur, mehr lokal". Das Schwänzchen der Hinterflügel kommt „öfter bei der Sommergeneration und in heißem Klima" vor, „als bei der Frühjahrsgeneration und in kaltem Klima".

Andere Versuche beziehen sich auf *Pieris napi*.

Die Raupen wurden im Zimmer bei 21—22,5 ° C. erzogen. Ein Teil der Puppen ward 6—8 Tage nach erfolgter Verpuppung in den Eisschrank bei 7—11 ° C. gebracht. Sie lieferten „26 Falter von ausgeprägter Sommerform, nur 10 zeigten stärkere grüne Aderbestäubung unten", sämtliche 6 Männchen tiefschwarze Bestäubung der Flügelwurzeln oben, sonst keinerlei Charaktere der Winterform.

Im Brutofen, wohin der Rest der Puppen am 24./VII. verbracht wurde, schlüpften am 25./VII. 3 Falter, die übrigen ließen sich nicht treiben. Sie ergaben nach der Ueberwinterung 12 Falter, „alle von exquisiter Winterform; alle kleiner als die im Jahre 1887 ausgeschlüpften Stücke derselben Brut". Ein Teil ward unmittelbar nach erfolgter Verpuppung in den Eisschrank gesetzt. Vier blieben vom 29./VI.—23./VII. darin bei ziemlich konstant 9 ° C. Sie kamen dann einige Stunden ins Zimmer bei 22 ° C. und darauf in den Brutofen

1) Ich habe auf diese Verhältnisse schon einmal hingewiesen in Stett. ent. Zeitg., 1890, S. 271.

bei 30—31 ° C. Alle 4 ergaben schon nach 3 Tagen „nicht sehr scharf ausgeprägte Winterformen".

14 Tiere blieben im Eisschrank. Von diesen lieferte eine Puppe am 18./VIII. ein Männchen von entschiedener Winterform, die andern, nachdem sie im kalten Zimmer überwintert waren, 11 Stücke von ausgeprägter Winterform.

Diese *napi*-Versuche bestätigen einmal die altbekannte Thatsache, dass es Individuen giebt, welche sich durch Wärme nicht treiben lassen. Ferner glaubt Weismann, dass sie beweisen, „dass die Entscheidung darüber, ob der Schmetterling das Sommer- oder Winterkleid annimmt, bei dieser Art wenigstens, durch die unmittelbar nach der Verpuppung einwirkende Temperatur bestimmt wird".

An der *v. bryoniae* von *P. napi* wollte Weismann zunächst feststellen, ob etwa die Temperatur des Tieflandes die Puppen dieser in den Alpen nur in einer Jahresgeneration lebenden Form zu sofortiger Entwicklung brächte. Allein trotz der im Juli und August zumeist über 20 ° C. betragenden Zimmertemperatur schlüpfte von 24 Puppen keine einzige im gleichen Jahre aus. 25 Puppen der gleichen Zucht wurden am 17./VII. in den Brutofen, dessen Temp. um 29 ° C. schwankte, gebracht. Ein schon am 23./VII. geschlüpfter ♂ zeigt die Charaktere der Sommerform von *P. napi* — nach Weismann's Vermutung einen mit dem Futter eingebrachtem *napi*-Ei entstammend. Alle andern überwinterten und lieferten reine *v. bryoniae* außer einem ♀, das „zwar die gewöhnliche braungraue Grundfarbe und auch die gewöhnliche Zeichnung der Weibchen" aufweist, „aber diese Färbung ist an mehreren Stellen der Winterflügel und an einigen kleineren der Vorderflügel durch Weiß unterbrochen oder ersetzt". W. vermutet, dass es sich um einen Zwitter könnte gehandelt haben. Wenn man bedenkt, wie relativ häufig gerade bei Pieriden derartige sog. unvollständigen Zwitter sind, so wird man diese Vermutung als begründet ansehen müssen. Ein weiterer Versuch, bei dem ein Teil der Tiere in Zimmertemperatur gezüchtet und im warmen Zimmer überwintert, der andere Teil als ältere Raupen oder Puppen in den Brutofen von meist 29 ° C. gebracht und vom 19. August ab im Zimmer gehalten und kalt überwintert wurde, lieferte im Frühjahr lauter *bryoniae* mit einer Ausnahme: Ein abnorm spät (am 7. Juli, nach der Tabelle, p. 22, Juni) geschlüpftes ♂ weicht von allen übrigen ab, „denn dieses gleicht in fast allen Stücken der Sommerform von *napi*, nur die Flügelspitzen sind weniger dunkel als bei dieser.

Bei einem 4. Versuch wurden die jungen Räupchen gleich in den Brutzwinger bei 26—31 ° C. gebracht. An der Pilzkrankheit, die sich dicht vor der Verpuppung vom 5. Juli ab zeigte, gingen leider alle zu Grunde bis auf einen Falter, der am 7. Juli des gleichen Jahres schlüpfte. Er „ähnelte beinahe vollständig einem gewöhnlichen Sommerweibchen von *P. napi*, *v. napaeae* und unterscheidet sich von ihm höchstens durch die grauen anstatt schwarzen Spitzen der Vorderflügel und durch schwarze Bestäubung der Adern *a*—III_3[1]) der Hinterflügel auf der Oberseite gegen den Flügelrand hin. Letzteres kommt sonst nur bei der Wintergeneration von *P. napi* vor und ist bei *v. bryoniae* besonders stark ausgeprägt.

1) Ich wende die von mir eingehend begründete Bezeichnungsweise der Adern an. Siehe Zeitschr. f. wiss. Zool., 1892, S. 597—646.

In seinen frühern Versuchen (1871) hatte Weismann keine *napi*-ähnliche Form erhalten. Die 3 diesmal, jede in einem andern Versuch, erschienenen Formen, die der Sommerform von *napi* sehr ähnlich waren, könnten eingeschleppten Raupen entstammen — für durchaus unmöglich möchte es W. nicht erklären. Uns scheint es sich um solche Verunreinigung der Versuche in den zwei letzten Fällen zu handeln, das ersterwähnte Stück möchten wir für einen Zwitter halten, wie auch W. es thut. Die abnorm späte Erscheinungszeit des Stückes im 3. Versuch stimmt, wenn 7./VI. mit der ersten, wenn 7./VII. (verschiedene Angaben bei W.) mit der zweiten Generation von *napi*. Beim 4. Versuch trat am 5./VII. die Pilzkrankheit auf, „dicht vor der Verpuppung", am 7./VII., also nach längstens $1^1/_2$ tägiger Puppenruhe, schlüpfte der *napi*-ähnliche Falter, während doch eine andere *napi*-Puppe erst nach 9 Tagen den Falter lieferte, — dass *bryoniae* auch im Brutofen in $1^1/_2$ Tagen das Puppenstadium durchlaufen sollte, ist doch undenkbar.

Nach ihrem Vorkommen ist *v. bryoniae* keine lediglich durchs Klima bedingte Form von *P. napi*. Sie fliegt z. B. im Jura an niedern Stellen als die höhern Kuppen des Schwarzwalds und der Vogesen sind, auf denen sie niemals gefunden wurde. Es handelt sich da um eine wohlgesonderte Varietät, von der Mischformen mit *napi* nach Meyer-Dürrs Angabe von Meyringen vorkommen. Wir glauben nicht, dass durch neue, sich nur auf eine Generation erstreckende Versuche andere Resultate als die übereinstimmenden der bisherigen Versuche Weismann's erlangt werden würden.

Eine weitere Reihe von Versuchen betrifft (*Vanessa*) *Araschnia levana-prorsa*. Puppen aus Anfang August gesammelten Räupchen und Eiern wurden im geheizten Zimmer aufbewahrt und dort schlüpfte 1 *prorsa* aus. Vom 10./I. an wurden dieselben im Brutofen bei 27—30 ° C. gehalten. Von 34 bis zum 29./I. geschlüpften Faltern waren 1 vom 24./I. die Mittelform *porima*, alle anderen reine *levana*. Um zu entscheiden, „ob überwinterte Puppen dadurch zur Annahme der *prorsa*-Form anstatt der *levana*-Form gezwungen werden können, dass ihre Entwicklung künstlich bis in den Sommer, d. h. also bis zur normalen Flugzeit der *prorsa*-Form zurückgehalten wird", wurden überwinterte Puppen vom 1./III. bis 27./VI. im Eisschrank gehalten, von da ab ins Zimmer gebracht. Außer 2 Exemplaren mit etwas ausgebreiteterem Schwarz der Oberseite ergaben die Puppen nur *levana*.

Eine weitere Frage war: „ob die zweite Jahresbrut, welche gewöhnlich überwintert, durch Wärme zum Ausschlüpfen in kurzer Zeit und zur Annahme der *prorsa*-Form gezwungen werden könne. Im Brutzwinger bei 30—32 ° C. gezüchtete Raupen ergaben sowohl, soweit sie im Brutofen schlüpften, als auch im Zimmer, nachdem sie aus dem Zwinger entkommen, lauter *prorsa* (23 Ex.); der größte Teil der Puppen (50 St.) ging zu Grunde.

Bei dem 4. Versuch schlüpften von 241 Puppen der zweiten Brut 5 im Zimmer als *prorsa*. Der Rest ward zum Teil im Oktober in den Brutofen gebracht, — bis zum 14./I. wurden Bewegungen der Puppen beobachtet, dann nicht mehr, — sie gingen alle zu Grunde; die übrigen, bei 13—14 ° C. überwintert, lieferten lauter *levana*.

Andere Räupchen desselben Jahrgangs wurden zuerst bei 30—31 ° C., später bei 27—28 ° C. gezüchtet und lieferten lauter *prorsa*, einige davon allerdings mit ziemlich viel Gelb.

Ein Parallelversuch ergab dasselbe Resultat, bei einem zweiten kamen nur 3 vor der Verpuppung entwischte Raupen aus und lieferten im Zimmer *prorsa* mit wenig Gelb.

35 bei den letzten Versuchen nicht ausgeschlüpfte Puppen lieferten im folgenden Frühjahr nur *levana*-Formen.

Alle diese neuen Versuche beziehen sich auf die „dritte Schmetterlings-Generation" d. h. auf „die zweite Jahresbrut, die für gewöhnlich überwintert und im Frühjahr die ‚Winterform' *levana* liefert". Seine frühern Versuche schienen W. zu beweisen, dass die *prorsa*-Form sich wohl in die *levana*-Form verwandeln lasse, wenn man die Puppe in die Kälte bringt, dass aber umgekehrt die Verwandlung der *levana*-Generation in die *prorsa*-Form durch die Anwendung von Wärme auf die Puppen nicht gelinge". Daraus schloss er, dass die *levana*-Form die ältere sei, die *prorsa*-Form die jüngere — und meinte, „Rückschlag" auf die Stammform sei zwar möglich, Rückschlag aber von der Stammform auf die phyletisch jüngere Form nicht denkbar".

„Der Begriff des ‚Rückschlags' spielt für" Weismann „jetzt bei diesen Erscheinungen überhaupt nicht mehr mit", heute denkt sich W. „zweierlei Anlagen im Keim nebeneinander, von welchen die eine durch Wärme zur Entwicklung ausgelöst wird, die andere durch Kälte". „Mit dieser Anschauung von cyclischer Vererbung harmonieren die Thatsachen sehr gut, wenn es sich auch zeigt, dass die Erscheinungen nicht ganz so einfach sind, wie man danach erwarten könnte. Dies beruht darauf, dass die Temperatur nicht der einzige auslösende Reiz ist, dass vielmehr noch etwas anderes dabei mitspielt: die Neigung zum Alternieren".

Die neuen Versuche zeigen zunächst, dass die „dritte Generation", wenigstens teilweise durch Wärme, ja nicht einmal besonders hohe Temperatur, zur Annahme der *prorsa*-Form veranlaßt werden kann; sie zeigen aber auch, „dass die Neigung der Puppen zur Entwicklung der *prorsa*-Form verschieden stark ist bei den verschiedenen Individuen" dieser Generation. Dass die *prorsa*-Form bei sehr starker Wärme immer auftrete, hält W. für denkbar, wie es ja bei einem seiner frühern Versuche im sehr heißen Sommer 1869 thatsächlich der Fall war. „Künstlich kann man kaum eine so hohe Temperatur, wie sie ein heißer Sommer im Freien hervorbringt, herstellen, ohne Gefahr zu laufen, die Puppen durch zu trockene oder zu feuchte Luft oder durch das Ueberhandnehmen pflanzlicher Parasiten zu zerstören. Ueberhaupt ist es nie zu vergessen, dass wir die natürlichen Verhältnisse künstlich im Brutofen nicht herstellen können". Die Mittelformen *porima*, die in der Natur sich nur selten finden, bei künstlicher Zucht verhältnismäßig viel häufiger erhalten werden, treten entweder bei Individuen der dritten Generation auf, die noch im Spätjahr sich entwickeln oder auch bei Individuen der 2. Generation.

Den Zusammenhang zwischen der Puppendauer und der Färbung erörtert W. nicht des Näheren, dass er aber an einen Zusammenhang dieser Verhältnisse glaubt, scheint die Bemerkung p. 32 zu zeigen: „Ich glaube also, wir dürfen annehmen, dass in der That die dritte Generation von *levana*-

prorsa im allgemeinen die Tendenz zu längerer Puppenruhe (d. h. zur Ueberwinterung) und damit zur *levana*-Form besitzt".

Ferner hat Weismann Versuche mit der südlichen Form *Pararge egeria* L. [1]) und unserer *v. egerides* Stgr. angestellt, um „zu erfahren, ob diese beiden Formen lediglich Temperaturformen in dem Sinne sind, dass die eine dem jedesmaligen direkten Einfluss der südlichen Hitze, die andere dem jedesmaligen Einfluss der nördlichen gemäßigten Wärme ihre Erscheinung verdankt".

Nachkommen eines Genueser Weibchens der Frühjahrsgeneration, im Keller bei 12,5—14 ° C. als Raupen und Puppen gehalten, waren „alle kleiner und weniger stark gelb als solche, die im März und April in Genua gefangen worden waren".

Nachkommen eines Züricher Weibchens ergaben, im Brutofen bei ca. 25 ° C. und im Zimmer bei ca. 18—19 ° C. erzogen, Schmetterlinge, die sich von solchen, die im Freien gefangen wurden, nicht unterscheiden.

Weismann vermutet, dass eine „stärkere Steigerung der Temperatur auf etwa 35 ° C." vielleicht eine gelbere Färbung der hellen Flecken herbeiführen könnte. Nach der Beobachtung im Freien muss ich diese Vermutung für zutreffend halten. In heißen Sommern ist *v. egerides* bei uns lebhafter gefärbt, als in kühlen; allerdings sind auch in sehr heißen Sommern Formen mit prononziert gelben Flecken recht selten.

Schon vor 10 Jahren ausgeführte Versuche über Einwirkung verschiedenfarbigen Lichtes auf Schmetterlingspuppen waren wie auch Standfuss' ähnliche rein negativ.

Auch mit *Vanessa urticae*, die schon wiederholt zu Versuchen benützt wurde, hat der Verfasser experimentiert und die Ergebnisse bestätigen die Befunde der andern Autoren; allerdings hat W. mit zu geringen Temperaturdifferenzen gearbeitet, als dass man stärkere Beeinflußung hätte erwarten können. Bei Anwendung von Hitze wird das Tier feuriger gefärbt, die Zeichnung der südlichen *v. ichnusa* entsprechend, bei Anwendung von Kälte der lappländischen Form *v. polaris* ähnlicher. Dass die Ausbildung der schwarzen Flecken zwischen den Adern III_3—IV_1 und IV_1—IV_2 der Vorderflügel auch von individuellen Anlagen abhängt, betont Weismann.

Verschiedene überwinterte *Diurnen-* und *Sphingiden*-Puppen wurden vom 10./I. ab bei 27—30 ° C. getrieben. An allen ausgeschlüpften Arten war „nicht irgend eine Abweichung von der normalen Zeichnung oder Färbung zu erkennen".

An die Aufzählung und Beschreibung der Versuche schließt sich ein „Allgemeiner und zusammenfassender Teil".

Früher nahm Weismann es gewissermaßen als selbstverständlich an, dass der Saisondimorphismus der Schmetterlinge „überall eine direkte Folge der verschiedenen direkten Einflüsse des Klimas, hauptsächlich der Wärme sei, wie sie in regelmäßigem Wechsel die Frühjahrs- und die Sommergeneration mehrbrütiger Arten treffen". Die andere Möglichkeit, dass er

1) Nach Staudinger's Katalog ist die *egeria* (rect. *aegeria*) L. sicher die südliche Form; *meone* Esp. (nicht *meione*) entspricht der *egeria* L., unsere Form ist *v. egerides* Stgr. Ich folge der Staudinger'schen Nomenklatur, während Weismann abweichend die nördliche Form als *egeria*, die südliche als *meione* bezeichnet.

auch auf Anpassung beruhen könnte, hatte er indes auch schon ins Auge gefasst, als er damals sagte: „An und für sich wäre es nicht undenkbar, dass bei Schmetterlingen analoge Erscheinungen vorkämen", wie das Winter- und Sommerkleid bei alpinen und arktischen Säugetieren und Vögeln, „nur mit dem Unterschied, dass der Wechsel in der Färbung nicht an ein und derselben Generation aufträte, sondern alternierend an verschiedenen". Obgleich W. auch heute noch seine frühere Ansicht „für richtig und eine direkte abändernde Wirkung der Wärme für erwiesen" ansieht, so ist er „doch allmählich zu der Ueberzeugung gekommen, dass dies nicht die einzige Art der Entstehung saisondimorpher Verschiedenheiten ist, sondern dass es auch einen adaptiven Saisondimorphismus giebt.

Schon vor längerer Zeit haben Doherty und Nicéville für indische Tagfalter durch Zucht Saisondimorphismus nachgewiesen bei den Gattungen *Yphthima*, *Mycalesis*, *Melanitis* und auch *Junonia*. Bei allen sieht die eine Generation auf der Unterseite einem dürren Blatte ähnlich, bei der andern finden sich Augenflecken. Auch diese Färbung hält Weismann für eine adaptive, „mag sie nun Schutz oder Schreckfärbung sein". „Dass aber das Auftreten komplizierter Zeichnungs- und Färbungselemente, wie es Augenflecken sind, nicht einfach die direkte Wirkung von Wärme oder Kälte, Trocknis oder Feuchtigkeit sein kann, liegt auf der Hand. Diese Einflüsse sind nicht die wirkliche Ursache solcher Bildungen, sondern nur der Reiz, welcher ihre Anlage auslöst, wie das W. schon Anfang 1894 in einem zu Oxford gehaltenen Vortrag (Aeußere Einflüsse als Entwicklungsreize, Jena 1894) darzulegen versucht hat.

Direkter Saisondimorphismus dürfte sicher bei *Pol. phlaeas* vorliegen. Das eine Argument W.'s, dass sich „für die schwarze Bestäubung der Sommerform *eleus* wohl kaum ein biologischer Wert herausfinden" ließe, möchte ich nicht gelten lassen. Denn es wäre dann nicht einzusehen, weshalb die Tiere im Süden zu einer sich leichter unter dem Wärmeeinfluss dunkel färbenden Varietät umgebildet hätten, wie dies W.'s Versuche gezeigt haben. Auch Weismann's Meinung, dass *phlaeas* bei uns „in beiden Bruten gleich" sei, ist nicht ganz zutreffend, es finden sich konstant, wenn auch in kühlen Sommern keine starken, Unterschiede zwischen beiden Generationen bei uns in Baden — nach *eleus*-Stücken aus Berlin zu schließen, wird es sich in Norddeutschland ähnlich verhalten.

Die Erscheinungen erklärt Weismann durch zweifache Veränderungen der Schuppendeterminanten. „Einmal wirkt die klimatische Wärme auf sie, solange sie noch im Keimplasma" der Fortpflanzungszellen „des Tieres enthalten sind", — diese Wirkung muss sich durch die Kontinuität des Keimplasmas von Generation zu Generation übertragen und „kann" sich deshalb allmählich steigern. „Zweitens wirkt die Wärme abändernd auf die betreffenden Schuppendeterminanten, wenn sie schon in die Flügelanlagen der Schuppe eingerückt sind und im Begriff stehen, die Schuppen auszugestalten". Diese Wirkung vermag sich natürlich nicht zu vererben.

„Bei direkter Klimaabänderung ist es begreiflich, dass die wirkende Temperatur dann eingreifen muss, wenn die Farben des Flügels sich zu bilden anfangen, denn wie sollte anders die Abänderung derselben zu stande kommen, wenn nicht durch Veränderungen der chemischen [resp.

auch der physikalischen!] Vorgänge, welche der Farbenerzeugung zu Grunde liegen?"

Dass aber bei vielen Arten, die direkt durch das Klima verändert zu werden scheinen, noch ganz andere Motive mitspielen können, möchte W. annehmen. Namentlich dürfte es sich vielfach um ein Aktivwerden der „verschiedenen im Keimplasma oder später in der Flügelanlage der betreffenden Arten noch enthaltenen Anlagen zu Farbenmustern der Vorfahren" handeln. Die geeisten *v. io* entwickeln sich erst, nachdem sie eine Reihe von Tagen in der Wärme gewesen und geben Formen, die sich sehr weit der *v. urticae* nähern können. „Die chemischen Vorgänge der Farbenbildung erfolgen also auch hier nicht unter dem Einfluss der Kälte, sondern einer gemäßigten Wärme, — ein Zeichen mehr, dass es sich hier um indirekte Wirkung der Kälte handelt".

So wird es sich aller Wahrscheinlichkeit nach auch bei der zweiten Art des Saisondimorphismus, dem adaptiven, verhalten. Den Klimadimorphismus von *v. urticae* hält Weismann für einen direkten, wenn auch bei ihr noch andere Faktoren für die Zeichnung mit in Betracht kommen.

Auch *P. egeria — v. egerides* seien entstanden durch direkte Abänderung durch das Klima. Bezüglich der Verwandtschaft der beiden Formen sagt W., es sei „interessant, seine frühere Vermutung, dass *egeria* die primäre Form, *v. egerides* aber die sekundäre sei, an der Zeichnung der Schmetterlinge selbst ablesen zu können. *P. egeria* hat nämlich zahlreichere und größere Flecken, so z. B. stehen am Vorderrand 5 davon, während bei *v. egerides* oft nur 2 deutlich sind. 2 oder 3 der andern aber lassen sich bei *v. egerides* meist als ganz schwache, verschwommene Aufhellungen des dunkeln Grundes noch erkennen: „verloschene" Flecken, wie der hübsche und bezeichnende Ausdruck der Lepidopterologen lautet, den man in diesem Fall wörtlich nehmen darf, da diese Spuren nur als Reste der Flecken der Stammform gedeutet werden können". Ich kann hierin keine Begründung für Weismann's Behauptung sehen. Wenn man eine größere Reihe von Formen berücksichtigt, — an dieser Stelle ausführlich meine Ansicht zu begründen, würde viel zu viel Raum beanspruchen, — so kommt man zu der Ansicht, dass *egeria* mindestens so hoch differenziert ist als *v. egerides*. Die Form *v. intermedia* Stgr. gehört, wenn sie auch überleitet, doch mehr zu *v. egerides*. Aufs engste mit den beiden Formen verwandt ist *xiphia* mit der Saisonform *v. xiphioides* von den Canaren, — alle 3 Formen, *v. egerides*, *egeria* und *xiphia* sind Nachkommen einer Stammform, der vielleicht *v. egerides* ♀ und *egeria* ♀ in der Zeichnung noch am nächsten stehen.

Zu beiden Beispielen für direkten Saisondimorphismus (*Pol. phlaeas* und *Par. egeria*) sei mir die Bemerkung gestattet, dass es sich in beiden Fällen nicht nur um Färbungsunterschiede handelt, sondern auch um beträchtliche Zeichnungsunterschiede, für deren Verständnis sich aus einer Betrachtung der Verwandten in beiden Fällen Anhaltspunkte gewinnen lassen. Es ist sicherlich in beiden Fällen die Stammesgeschichte des Tieres für die Erscheinungen ausschlaggebend, es kann also nur für einige der sich vorfindenden Abweichungen direkte Wirkung des Klimas an und für sich die Ursache sein.

Bei Besprechung des adaptiven Saison-Dimorphismus berührt Weismann das Verhalten der Raupe von *Lyc. pseudoargiolus*, welche in beiden Generationen in der Färbung mit der bezüglichen Futterpflanze harmoniert. Die vorliegenden Daten geben aber keinen Anhalt dafür, ob es sich nicht um eine direkte Anpassung an die Futterpflanze handelt, wie sie sich so häufig findet, ich erinnere nur an die Eupithecien, die Mamestren. — Weismann bespricht diesen Punkt nicht.

Das Vorkommen eines adaptiven Saisondimorphismus ist nur möglich, wenn beide Formen angepasst sind, eine ev. nichtgeschützte müsste mit der Zeit verschwinden. Bei *V. prorsa* könnte es sich um Mimicry nach *Lim. sibylla* und *camilla* handeln, wenn auch ein Beweis hierfür sehr schwierig wäre. „Wir wissen nicht einmal, ob diese *Limenitis*-Arten immun sind oder ob sie von Vögeln verfolgt werden, resp. in frühern Zeiten verfolgt wurden". Diese Arten sind nicht immun, ich habe oft genug zugesehen, wie sie von Vögeln gejagt wurden, — wie überhaupt alle unsere *Nymphaliden*. Es käme übrigens für Mimicry nur *sibylla* in Betracht, denn einmal ist sie die primitivere Form und zweitens ist *camilla* viel weniger verbreitet als *sibylla*, welche in ihrer Verbreitung mit *V. levana-prorsa* übereinstimmt.

Bezüglich der *levana*-Form sagt W., „wir kennen die Lebensgewohnheiten der *levana*-Form nicht so genau, und wenn wir sie kennten, würde es immer noch unsicher genug bleiben, ob wir ihr dem dürren Laub des Frühjahrswaldes allerdings ähnliches Obergewand als protektiv betrachten dürfen". Ich möchte darauf hinweisen, dass bei *levana* nicht nur die Oberseite, sondern auch die Unterseite, wenn auch viel geringer von *prorsa* abweicht, was W. auch erwähnt. *levana* setzt sich, wie alle *Vanessen* im Frühjahr, sehr oft auf den Boden, dabei die Flügel oft flächenhaft ausbreitend, während *prorsa* zumeist auf Blüten sich herumtummelt — soviel ich sehen konnte, ohne gewisse Farben (weiß) derselben zu bevorzugen — allerdings auch an feuchten Stellen sich oftmals niederlässt, wohl um zu trinken, wie alle Verwandten. Also dürfen wir sehr wohl die *levana*-Färbung als protektiv betrachten, während für die *prorsa*-Färbung eine Anpassung an die Umgebung oder an andere Falter nicht zu eruieren ist. Die helle Binde könnte aber doch protektiv sein, in dem sie den Falter für das Auge nicht als ein Objekt erscheinen lässt[1]).

Schon 1875 hob Weismann hervor, „dass die *prorsa*-Form keineswegs einfach auf eine Vermehrung des Schwarz zurückgeführt werden kann. Es heisst dort (p. 40) „Selbst bei Arten, deren Sommerform weit mehr Schwarz enthält als die Winterform, wie z. B. *V. levana*, lässt sich doch nicht die eine Form aus der andern einfach durch Verbreiterung der vorhandenen schwarzen Stellen ableiten, denn an derselben Stelle, an welcher bei *levana* ein schwarzes Band verläuft" (auf dem Hinterflügel), „findet sich bei der sonst mehr Schwarz enthaltenden *prorsa* eine weiße Binde. Die Zwischenstufen, die man künstlich durch Kältewirkung auf die Sommergeneration erzeugt hat, zeigen" — „wie mitten auf der weißen Binde der *prorsa* ein schwarzer Fleck entsteht, der größer wird, um schließlich bei der vollständigen *levana*-Form mit einem andern,

1) *sibylla* und *prorsa* wären also in gleicher Weise geschützt, ebenso *Lim. populi*-Weibchen und die Weibchen der *Apaturen*; siehe A. Spuler, Zur Phylogenie der einheimischen Apaturen-Arten, Stett. ent. Zeitg., 1890, S. 277.

von vorn in die Binde hereinwachsenden, schwarzen Dreieck zu einem schwarzen Band zu verschmelzen". Obgleich dieser Darstellung W.'s von entom. Seite widersprochen worden ist[1]), hält er „Alles, was er darüber vor zwanzig Jahren geschrieben" hat, auch heute noch für vollkommen richtig: „ausgehend von der vorhandenen Zeichnung" hat sich „eine neue entwickelt". „Die weiße Binde der Hinterflügel entsteht in ihrem hintern Teile aus Schwarz, in ihrem vordern aus Braun-gelb". Diese Darstellung widerspricht doch der frühern, oben zitierten, dass ein schwarzes Dreieck von vorn her in die helle Binde hereinwachse, also hat W. in dem Punkt seine Ansicht geändert; die jetzige Auffassung deckt sich mit dem, was ich an den Tieren sehe. Dass die Binde in ihrem hintern Teile aus Schwarz entstünde, ist nur bedingt richtig. Sie entsteht durch Verbreiterung und Aufhellung zweier Grundfarbstreifen, wobei das zwischenliegende Schwarz allmählich verloren geht. Es entspricht somit nur ihr äußerer Teil der weißen *Apatura*-Binde, während vorn die Binden beider Formen in gleicher Weise sich gebildet haben. Wenn Weismann meint, dass die Entwicklung von *prorsa* „nicht nach bestimmten Prinzipien" erfolge, so kann ich dem nicht beipflichten. Wenn er den Entwicklungsgang verfolgt, den die *Limenitis*, namentlich aber die *Apaturen* genommen haben, so wird er sich überzeugen, dass die Entwicklung parallel dieser erfolgt ist, — also keineswegs regellos. Ein Vergleich der hierhergehörigen (*Vanessa*) *Araschnia*-Formen ergiebt Folgendes: Die Zeichnung von *porima*-Formen zeigt im allgemeinen die ursprünglichsten Charaktere. Von solchen Formen aus haben sich *levana*- und *burejana*- (Amur) Zeichnung einerseits, *strigosa*- (Thibet) und *prorsa*-Zeichnung andererseits entwickelt. Die Heimat aller dieser Formen ist wohl Centralasien. Es zeigt sich sehr schön eben bei *Ar. levana-prorsa*, wofür wir oben bei Besprechung der blauen Flecke von *P. phlaeas* ein Beispiel anführten, dass neue Formen gewöhnlich nicht durch direkte Fortentwicklung der gefestigten differenzierten Zeichnung einer Art entstehen, sondern dass eine Neubildung gewöhnlich einsetzt, wenn der Artcharakter schwankend geworden, — zumeist wohl, wenn die Art in neue Verhältnisse gekommen und dabei, wie es zu geschehen pflegt, Rückschlagsbildungen häufig sind. Von solchen Rückschlagsbildungen geht dann die Entwickelung aus, so dass also die phyletisch jüngere Form manche primitive Charaktere zeigen kann, die bei ihrer Stammform selbst verschwunden sind.

Wie früher schon erwähnt, erklärt Weismann den Saisondimorphismus jetzt so, dass die Wärme resp. Kälte nur als Auslösungsreiz für das Aktivwerden der *prorsa*- resp. der *levana*-Idee wirkt. Um indess die in W.'s Versuchen beobachteten Thatsachen zu erklären, muss man noch die Annahme machen, dass „ein Alternieren der beiden Formen von der Natur vorgesehen ist". „Offenbar ist alles darauf eingerichtet, dass im Sommer ausschlüpfende Falter die *prorsa*-Form besitzen, und zwar auch dann, wenn der Sommer nicht heiß ist, und dass alle im Frühjahr ausschlüpfenden Falter die *levana*-Form besitzen, auch wenn das Frühjahr recht warm ist, wie es ja oft bei uns vorkommt". Die

1) J. Schilde, Gegen pseudodoxische Transmutationslehren, ein Entomolog. Leipzig 1879.

Versuche haben gezeigt, „dass alle überwinternden Puppen ausnahmslos *levana* geben, mag man sie noch so sehr der Wärme aussetzen".

Wir glauben, dass die Dauer der Puppenzeit von großer Bedeutung ist für das Auftreten der einen oder andern Form, diese Dauer wird offenbar durch die Verhältnisse, in denen sich die Raupen entwickelten und die Verpuppung erfolgte, bestimmt. Wenn man die mitgeteilten Versuche W.'s mustert und berücksichtigt, dass eine Entwicklung einer 3. Generation hauptsächlich von der Zeit abhängt, wann die zweite zur Eiablage kommt, so möchte man vermuten, dass bei wirklich sommerlichen Verhältnissen die 3. Generation, von einzelnen Stücken abgesehen, sich auch immer subitan entwickelt und *prorsa* liefert. Jedenfalls hat bei diesem Tiere die Puppendauer einen großen Einfluss auf die Färbung.

Zu den Fällen von adaptivem Saisondimorphismus zählt Weismann auch „vor Allem unsere saisondimorphen Pieriden, wenigstens teilweise". Die schwärzlich-grüne breite Bestäubung der Unterseite der Hinterflügel bei der Frühjahrsform von *P. napi* hält W. für eine Schutzfärbung des ruhenden Falters. Inwiefern das Sommerkleid den Falter im Sommer besser schütze, vermögen wir nicht einzusehen. Der fliegende Falter wird nach meinen Beobachtungen von Vögeln gefressen, was auch Poulton angiebt, während A. Seitz merkwürdigerweise unsere Pieriden für immun hält. Ich glaube nicht, dass die Färbung der Sommergeneration irgendwie den Falter im Sommer besser vor Feinden schützte, als es die Frühjahrsfärbung thäte[1]), — die Ursache für das Vorhandensein der Sommerform muss etwas anderes sein, das sich vorläufig unserer Kenntnis entzieht, nicht unmöglich scheint es mir, dass wir aus der Natur des weißen Pigmentes als Harnsäure, des grünen als Derivat der Harnsäure verstehen könnten, warum bei der subitanen Form weniger der derivierende Körper als Pigment sich findet, wie bei der Dauerform. Indes, wie dem auch sei, adaptiver Saisondimorphismus liegt bei *P. napi* vor, daneben aber auch direkter, namentlich die dunkle Färbung der Flügelspitze bei der Wärmeform. Diese Annahme von doppeltem Saisondimorphismus beseitigt den scheinbaren Widerspruch zwischen Weismann's und Merrifield's Resultaten.

Aus der bekannten Thatsache, dass Puppen der Sommerform „latent" bleiben können während einer Flugzeit und dann die Frühjahrsform liefern, glaubt W. hier wie bei *V. levana-prorsa* annehmen zu müssen, „dass nicht allein äußere Einflüsse darüber entscheiden, welche Anlage aktiv werden soll, sondern dass bei einem Teil jeder Brut aus unbekannten Ursachen" (einer „congenital tendency", wie sich Merrifield ausdrückt) „von vornherein eine Neigung zum Aktivwerden, sei es der Sommerform, sei es der Winterform, vorhanden sein kann. Immer aber ist diese Neigung zur Sommerform zugleich mit der Neigung zur subitanen Entwicklung verbunden, die zur Winterform mit der Neigung zu latenter Entwicklung".

Man könnte hieraus schließen wollen, dass der Entwicklungsmodus unabhängig von der Wärme, nur durch innere Disposition verursacht werde. Die Stücke der Sommerform aber schlüpfen teilweise, wenn sie geeist

1) Dass Frösche schlafende Insekten verfolgen, wie dies Weismann p. 60 annimmt, scheint mir nicht wahrscheinlich.

wurden, als Winterform, sobald sie in warme Temperatur gebracht werden. „Sie behalten also ihre subitane Entwicklung bei, obgleich sie für die Winterform umgestimmt werden". Wir glauben, dass dies Verhalten doch nicht als Beweis gegen die Annahme dienen kann, dass Sommerform und kurze Puppenzeit, lange Puppenzeit und Winterform direkt zusammenhängen. Die niederen Temperaturen, denen Weismann seine Puppen aussetzte, bewegten sich alle einige Grad über Null. Wenn die Temperatur mehr erniedrigt würde, sodass wirklich ein Kältestillstand einträte, so würden jedenfalls die Tiere, in die Wärme gebracht, größtenteils sich alsbald entwickeln, ein Teil aber würde wohl auch dann längere Zeit noch als Puppe leben, denn die Pieriden haben eben eine ziemlich unregelmäßige Entwicklungszeit, auch im Freien.

Wenn man Puppen unmittelbar oder einige Zeit nach der Verpuppung mehrmals in wechselnder Dauer schroffem Temperaturwechsel aussetzte, würde man wohl zu sehen bekommen, wie viel der Färbung durch die Wärme, wie viel lediglich durch die Puppendauer bedingt ist.

Früher glaubte W. „aus der Umwandlungsfähigkeit einer Art in ihren verschiedenen Bruten darauf schließen zu können, welche der Saisonformen die ältere, welche die jüngere sei". Jetzt wendet er, wie oben schon erwähnt, den Begriff des Rückschlags für diese Verhältnisse nicht mehr an, sondern beschränkt seine Anwendung auf die Fälle, bei denen die ältere Form „nicht in regelmäßigem Cyclus, also normaler Weise, erfolgt".

Mischformen „beruhen darauf, dass beiderlei Anlagen des Keimes zugleich aktiv werden".

Für acyclische Arten hält Weismann den Schluss auf das phyletische Alter verschiedener Formen allein aus Züchtungsversuchen auch heute noch für begründet. So läge der Fall bei *v. bryoniae*. A. Seitz hält im Gegensatz zu W. die *napi*-Form für älter, weil die meisten Pieriden weiß sind. Das ist keine Begründung für seine Annahme. Im Gegenteil lehrt ein Studium der Pieriden, dass ihre Vorfahren reich gezeichnet waren, nach einem Typus, den die *Anthocharis*-Formen noch zeigen und der identisch ist mit der ursprünglichen Zeichnung der Equitiden, für die ich seiner Zeit die Ableitung vom Urtypus durchgeführt habe [1]).

Wenn andererseits W. die weite Verbreitung von *v. bryoniae* im höhern Gebirge und der Polarregion zu Gunsten seiner Auffassung vom höhern Alter der *bryoniae* aufführt, so wäre das Argument stichhaltig, wenn die polare *napi*-Form wirklich gleich der *bryoniae*-Form wäre. Nach Stücken der Daub'schen Sammlung (in Karlsruhe i. B.) ist dem aber nicht so; diese steht vielmehr im Habitus der *napi*-Form näher als der *v. bryoniae*, der sie allerdings in der Zeichnung mehr entspricht. Das Richtige dürfte doch wohl sein — es kommen zum Vergleich namentlich centralasiatische Pieriden-Formen in Betracht —, dass *bryoniae* und *napi* sich von einer Urform aus, welcher die polare Form zunächst steht, divergent entwickelt haben. Wie sich hieraus ergiebt, können auch bei acyclischen Formen Züchtungsversuche nur dann zu richtigen Resul-

1) S. A. Spuler, Zur Stammesgeschichte der Papilioniden. Zool. Jahrb., Abt. f. Syst., 1892.

taten führen, wenn denselben ein vergleichendes Studium der verwandten Formen parallel geht.

Um zu entscheiden, ob die bekannten Fälle dem direkten Saison-Dimorphismus oder dem adaptiven angehören, „sind genauere und spezieller auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen notwendig, wie sie bis jetzt noch nicht vorliegen".

Namentlich dürfte die Entscheidung schwer sein, „ob man es im einzelnen Fall mit reinem direktem Saison-Dimorphismus zu thun habe. Die Versuche lassen ihn bei *Polyomm. phlaeas* annehmen, und bei *Pararge egeria* und *Vanessa urticae* dürfen die Klimavariationen wohl auch als direkte Wirkungen der verschiedenen Temperatur betrachtet werden, ob und inwieweit aber dabei noch doppelte Anpassung mitspielt oder — bei den Klimavariationen — geschlechtliche Zuchtwahl, das ist schwer zu entscheiden" (s. d. Bemerk. oben S. 568).

Da solche abändernde Temperaturen auch das Keimplasma langsam beeinflussen können (*P. phlaeas*), „so können wohl auch diese direkten Abänderungen der Farben durch das Klima nicht ganz bedeutungslos sein, wenn sie auch sicherlich eine geringere Bedeutung für die Umwandlung der Schmetterlingsarten haben, als" Weismann „sie ihnen früher zuschrieb vor der Erkenntnis, dass ein großer Teil des Saison-Dimorphismus auf Selektion beruhen muss.

Vielleicht wird uns die Zukunft in den Stand setzen, aus der kritischen Periode der Temperaturwirkung auf die Natur der Abänderung zurück zu schließen". Merrifield schloss aus Versuchen an *Sel. illustraria*, „dass die kritische Zeit für die Zeichnung der Anfang der Puppenzeit sei, für die Grundfarbe aber das Ende derselben". Weismann betont dem gegenüber, dass „Zeichnung" genetisch dasselbe sei wie „Färbung", und biologisch auch, insofern sie zu sympathischer oder auffallender Färbung zusammenwirken". Diese Ansicht Weismann's ist nur für einzelne Formen richtig, für phyletische Betrachtung ist sie im allgemeinen nicht zutreffend — dies dürfte jedem einleuchten, der sich daran erinnert, dass bei den Nymphaliden das gleiche Zeichnungselement, bald als weiße Flecken, bald als weißgekernte Augen, bald als schwarze Flecken sich vorfinden kann.

„Soviel darf für jetzt wenigstens behauptet werden, dass die Temperatur vor der Verpuppung keinerlei Einfluss auf die Farbe und Zeichnung des Schmetterlings hat".

Hoffentlich werden Weismann's geistvolle Untersuchungen manchen Forscher veranlassen, diesem interessanten, bisher leider wenig gepflegten Gebiete, seine Arbeitskraft zuzuwenden. [73]

Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane.

(Zwanzigstes Stück.)

Laridae.

Die *Laridae*, ca. 160 Arten gutfliegender Schwimmvögel umfassend, sind eine äußerlich ziemlich gut abgegrenzte Familie, welche aber von den verschiedenen Systematikern in sehr verschiedener Weise gruppiert

wurde. Fossile Reste kennt man sicher erst seit dem unteren Miocän (und zwar von *Larus*, *Lestris* und *Sterna* aus den Miocän und den folgenden Schichten Nord-Amerikas und Europas).

Hinsichtlich ihrer systematischen Beziehungen sei folgendes erwähnt.

1. Als mit den *Tubinares* eine Abteilung der Schwimmvögel (*Longipennes* Cuv., *Gaviae* Sund.) bildend, betrachtet sie außer den beiden eben genannten Forschern De Selys 1842, Kaup, Reichenbach, Burmeister, Owen, Lilljeborg, A. Milne Edwards, Coues, Claus, Hartlaub, Brehm und Reichenow.
2. Dagegen fasst sie Bonaparte mit den *Tubinares* und *Chionididae* zu den *Longipennes* zusammen,
3. während sie nach Des Murs, Gervais mit den *Tubinares* und *Phaeton* diese Gruppe repräsentieren.
4. Mit den *Tubinares* und vielleicht incl. der *Dromaididae* zu den *Longipennes* vereinigte sie De Selys 1879.
5. Zusammen mit den *Tubinares*, *Dromas* und *Phaeton* bilden sie die erste Familie der *Natatores (Laridae)* nach Swainson.
6. *Tubinares*, *Colymbidae*, *Alcidae* und *Laridae* gehören nach Huxley zu den *Cecomorphae*.
7. Mit den *Tubinares*, *Steganopodes* und *Podoae* repräsentieren sie die *Macropteri* nach Fitzinger's Ansicht.
8. Garrod vereinigt sie mit den *Charadriidae*, *Gruidae* und *Alcidae* zu den *Charadriiformes Limicolae*.
9. Dagegen sieht sie Forbes als eine Familie der *Pluviales* an.
10. Newton betrachtet als verbunden mit den *Alcidae*, *Limicolae* und vielleicht auch mit den *Otididae*.
11. Nach Gadow sind sie als eine Familie der *Hologyri* anzusehen.
12. Eine selbständige Abteilung der Schwimmvögel überhaupt bilden sie nach Illiger, L'Herminier, Brandt, Nitzsch, Eyton, W. K. Parker, Gray, Sundevall 1872, Wallace, Sclater, Sharpe.
13. Als 2, 3 oder 4 distinkte Gattungen (Familien) im System aufgestellt hat sie Linné (3), Brisson (4), Temminck (4), Schlegel (2), Milne Edwards und Grandidier.

Nach F. sind aber nähere Beziehungen der *Laridae* zu den *Colymbidae* und *Anseres* garnicht vorhanden, und auch solche zwischen ihnen und den *Ibidinae* und *Gruinae* nur ganz entfernte, dagegen sicher existiert ein ursprünglicher Zusammenhang der *Laridae* oder besser (weil sie, wie an einer späteren Stelle bewiesen werden soll, mit den *Limicolae* ganz nahe verwandt sind) der *Laro-Limicolae* mit den *Alcidae*. Die von zahlreichen Autoren, sowohl der älteren als auch der neueren Zeit, anerkannte, mehr oder minder intime Verwandtschaft der *Tubinares* mit den *Laridae* weist auch F. nicht ganz zurück. Allerdings kam er durch vergleichende Untersuchungen beider Gruppen zu der Ueberzeugung, dass einerseits sehr ausgeprägte Differenzen zwischen beiden existieren, andrerseits wieder manche Uebereinstimmungen

stimmungen als nur analoger Natur sich erweisen. Es treten aber bei beiden auch zugleich einige Züge auf, die nicht durch die Annahme sekundärer Konvergenzen erklärbar sind, sondern auf einen ursprünglichen, allerdings phylogenetisch recht weitab liegenden Zusammenhang der *Tubinares* und generalisierten Vorfahren der *Laridae* resp. *Laro-Limicolae* hinweisen.

Schon seit langer Zeit waren die nahen Beziehungen im Bau der *Laridae* und *Limicolae* bekannt und schon L'Herminier und Nitzsch wiesen mit großem Recht auf die sternalen und pterylographischen Aehnlichkeiten beider Abteilungen hin. Thatsächlich sind die Uebereinstimmungen derselben in fast allen wesentlicheren Verhältnissen des äußeren und inneren Baues so ausgeprägte, dass über die große Intimität beider Gruppen nicht der geringste Zweifel berechtigt ist. Die anatomischen Uebereinstimmungen sind häufig derart, dass es gar nicht leicht fällt, dieses oder jenes Detail der *Laridae* und *Limicolae* auseinander zu halten; sogar in solchen Fällen, bei denen auf den ersten Blick auffallendere Verschiedenheiten sich finden; ist es bei mit einiger Umsicht angestellten Vergleichung nicht schwer, Reihen gradueller Variierungen aufzustellen, welche innerhalb der *Limicolae* meist die gleiche oder eine wenig kleinere Amplitude der Variabilität aufweisen wie die zwischen *Laridae* und *Limicolae*. Selbst ältere Embryonen aus beiden Familien besitzen eine sehr frappante Aehnlichkeit untereinander. Eine Vergleichung der *Laridae* und *Limicolae* mit einander ergiebt übrigens auch, dass die letzteren meist die primitiveren Charaktere, die ersteren dagegen einen etwa höheren Grad der Differenzierung darbieten. Man wird sonach in den gemeinsamen Vorfahren beider Familien einen generalisierten Typus erwarten, der mehr limicol als larid war, und man wird zugleich wegen der relativ geringen Abweichung vermuten dürfen, dass die Abtrennung der *Laridae* von dem gemeinsamen Stamme und ihre spezielle Ausbildung erst in eine jüngere geologische Zeit (vielleicht erst in das Ende der Sekundär- oder in den Anfang der Tertiär-Periode) fiel. Außerdem ist F. auch noch der Meinung, dass die paläontologische Entwicklung bei den *Laridae* und *Limicolae* nicht schnell vor sich gegangen sein kann.

Innerhalb der *Laridae* nun verteilen sich primäre und sekundäre Merkmale in wechselnder Weise auf die verschiedenen Gattungen resp. Unterfamilien. Die meisten primären Eigenschaften (in erster Linie hinsichtlich der Pterylose, zahlreicher Skelettdetails und vieler Muskeln) findet man aber doch bei den kleineren Formen, speziell bei den *Sterninae*, die F. deshalb an den Ausgang gestellt und von den *Larinae* gefolgt wissen will.

Procellariidae (Tubinares).

Die *Procellariidae* eine gut abgegrenzte Familie repräsentierend, umfassen über 100 Arten der tubinaren Meeresvögel, welche meist aus-

gezeichnete Flieger sind (nur *Pelecanoides* und den *Oceanitidae* besitzen infolge ihrer kürzeren Flügel eine mäßige Flugfähigkeit) und entweder eine kosmopolitische Verbreitung haben, oder der südlichen Erdhälfte, speziell dem antarktischen Gebiete angehören.

Die paläontologische Kenntnis dieser Vogelgruppe ist eine noch mangelhafte, die ersten Funde, welche sie betreffen, stammen aus dem Miocän (Puffinus), jedoch existieren auch dem Eocän angehörende Formen, welche in gewissen Verhältnissen an die *Procellariidae* erinnern.

Hinsichtlich ihrer systematischen Gruppierung sei folgendes bemerkt.

1. Als mit den *Laridae* eine Abteilung der Schwimmvögel, die *Longipennes* Cuv. bildend, betrachtet sie Cuvier, de Selys, Sundevall 1844, Kaup, Reichenbach, Burmeister, Owen, Lilljeborg, A. Milne Edwards, Coues, Carus, Hartlaub, Brehm und Reichenow.
2. Mit den *Laridae* und *Chionididae* zu den *Longipennes* vereinigt sie Bonaparte.
3. Dagegen nimmt Des Murs und Gervais an, dass sie und die *Laridae* sowie *Phaethontidae* zusammen die *Longipennes* darstellen.
4. Mit den *Laridae*, *Phaeton* und *Dromas* eine Familie (die *Laridae*) bilden sie nach Swainson.
5. Hingegen in Gemeinschaft mit den *Laridae*, *Colymbidae* und *Alcidae* zu den *Cecomorphae* erschmilzt sie Huxley.
6. Zusammen mit den *Laridae*, *Steganopodes* und *Podoae* die *Macropteri* bilden sie nach der Ansicht Fitzingers.
7. Zu der Familie *Pelecanidae* vereinigt sie und die *Steganopodes* dagegen Eyton.
8. Garrod (1874) aber teilt sie in 2 Familien *(Procellariidae* und *Fulmaridae)* und betrachtet sie als die *Coh. Nasutae* der *O. Anseriformes.*
9. Mit den *Pelargi, Cathartidae, Herodii, Steganopodes* und *Accipitres* zu den *Ciconiiformes* werden sie verbunden von Garrod 1879 und von Forbes 1882.
10. Gadow wiederum betrachtet sie als eine Familie der *Orthocoela.*
11. Als eine selbständige Abteilung (Familie, Ordnung etc.) der Vögel oder Schwimmvögel angesehen werden sie von Illiger, L'Herminier, Brandt, Nitzsch, W. K. Parker, Hartlaub, Gray, Sundevall 1872, Wallace, Sclater, Sharpe, Forbes, Newton (vielleicht),
12. 2—4 gesonderte Gattungen der Vögel resp. Schwimmvögel (*Palmipedes*) repräsentieren sie nach Linné, Brisson, Temminck.

Die verschiedenen Autoren bringen demnach die *Procellariidae* in Beziehungen zu den *Impennes, Colymbidae, Laridae, Phaeton, Steganopodes, Anseres, Dromadinae, Herodiones, Pelargi* und *Accipitres.*

Nach F. sind aber die Uebereinstimmungen der in Rede stehenden Gruppe mit den *Alcidae* und *Colymbidae* nur sehr entfernte und ganz indirekte, dagegen konnte er eine mehr direkte aber auch ziemlich

weit abliegende Verwandtschaft zwischen ihr und den *Impennes* konstatieren. Ueber das Verhältnis zwischen den *Procellariidae* und den *Laridae* existieren verschiedene Ansichten. Die Mehrzahl der Autoren fasst dasselbe als sehr intimes zwischen beiden Gruppen auf, man hat sogar die *Tubinares* selbst zwischen die Familien der *Laridae* gestellt.

Andrerseits sind neuerdings, namentlich durch Garrod und Forbes, alle verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen beiden geleugnet worden. Jedoch ist F. der Ansicht, dass eine vergleichende Betrachtung der *Laridae* und *Tubinares* eine Anzahl von spezielleren Uebereinstimmungen ergiebt (und zwar hinsichtlich der Pterylose, Schizognathie, des Proc. procoracoideus, Foramen supracoracoideum, der gegenseitigen Lage der beiden Coracoides, des Humerus, der Mm. rhomboides profundus, serratus profundus, gewisser Züge des M. pectoralis abdominalis, Mm. biceps brachii und propatagialis, scapulo-humeralis anterior, Tendo anconaei coracoidei, Kombination der Garrod'schen Beinmuskeln), welche übrigens auch ermöglichen, die bezüglichen Verhältnisse der *Tubinares* von denen der *Laridae* resp. laridenähnlichen Vorfahren abzuleiten (in erster Linie ist dies der Fall bei der Pterylose, welche Anknüpfungen an Lestris und Scolopax erlaubt, bei dem Verhalten der Palatina, der Verbindung der Clavicula mit dem primären Brustgürtel, der Tendo anconaei coracoidei und vor allem der Mm. biceps brachii und propatagialis). Daneben existiert bei beiden Gruppen aber auch eine Reihe von Besonderheiten (z. B. die Beschaffenheit der Nasenlöcher und die Holorhinie, die Zehenverhältnisse, das Verhalten der Eier, das Sternum, die Mm. latissimi dorso incl. metapatagialis, deltoides major, Zunge), welche weder für noch wieder entscheiden lassen; außerdem giebt es eine Reihe von Charakteren (wie z. B. das Verhalten des Dunengefieders, die Beziehungen der Clavicula zum Sternum; die Größe und Beschaffenheit des Drüsenmagens, gewisse Darmverhältnisse, die Gestalt und Beschaffenheit der Milz etc.), welche sich denen der *Laridae* teils diametral entgegenstellen, teils nur in ganz gezwungener Weise ihnen vergleichbar sind. F. ist deshalb der Ansicht, dass, alle diese Verhältnisse zusammengerechnet, die Summe und Bedeutung der Differenzen größer ist als diejenige der Kongruenzen und somit eine Stellung der *Tubinares* zwischen Vertretern der *Laridae* ohne weiteres zurückzuweisen ist, andrerseits ist aber auch die Differenz nicht so groß, dass die Uebereinstimmungen zwischen beiden Gruppen bedeutungslos würden. Diese letzteren sind allerdings teilweise sekundärer Natur und darum von keiner großen Bedeutung, teilweise aber lassen sie sich nur unter Annahme einer durchaus nicht intimen, aber doch reellen primitiven Verwandtschaft erklären, wobei die Verhältnisse bei den *Laridae* oder besser bei den *Laro-Limicolae* die Ausgangspunkte geben. Demnach würden die *Tubinares* eine etwas höher differenzierte Familie bilden, welche in sehr früher Zeit (wahrschein-

lich noch vor der Kreide) sich von dem primitiven Stamme ablöste. Es sind dies jedoch vorläufig nur Vermutungen, zu deren Bestätigung fossile Funde unbedingt notwendig sich machen.

Auf die Beziehungen der *Procellariidae* zu den *Steganopodes* machten schon frühere Forscher aufmerksam. Eyton vereinigte beide zur Familie der *Pelecanidae*, Garrod und Forbes bildeten aus ihnen, den *Steganopodes*, *Pelargi*, *Herodii*, *Catharitidae* und *Accipitres* resp. *Falconidae* die Ordnung der *Ciconiiformes*.

Zur Begründung dieser Verwandtschaft führt Forbes folgende als den Vertretern dieser Ordnung zukommende Charaktere auf: den mehr oder weniger ausgebildeten Schwimmfuß, die bekränzte Bürzeldrüse, die weißen oder nahezu weißen Eier und eine Reihe anderer Eigentümlichkeiten. Einige derselben, vor allem die Schädelcharaktere und insbesondere das Verhalten der Gaumenbeine erkennt auch F. an. Die meisten andern aber scheinen ihm teils so wenig durchgreifend, teils so allgemeiner Natur, dass er darauf keine Verwandtschaft gründen möchte. Wenn aber F. auch diese von Forbes angeführte Beweismaterial nur teilweise für giltig erklären kann, so betrachtet er doch die Grundidee, von der Garrod und Forbes ausgingen, als eine durchaus gesunde. Denn thatsächlich existieren neben den bereits vom letzteren Forscher namhaft gemachten Kongruenzen zwischen den *Procellariidae* und den *Steganopodes* auch noch einige andere Aehnlichkeiten (dies sind breite Fluren und schmale Raine, gewisse Verhältnisse im distalen Bereiche des *Coracoid*, Zahl der Cervikalwirbel der *Tubinares* und *Phaetontidae*, Darmlänge, Darmlagerung, Milz etc.), welche teilweise die Annahme einer gewissen Verwandtschaft zwischen beiden Abteilungen gestatten.

Auf der andern Seite aber giebt es wieder eine Reihe von Charakteren, in welchen die beiden Gruppen von einander abweichen, welche überdies sehr zahlreich sind und sich über alle Organsysteme verbreiten. Deshalb will F. die Verwandtschaft der *Tubinares* mit dem *Steganopodes* vorsichtig beurteilt wissen und die Sonderung beider Familien in eine recht frühe phylogenetische Zeit verlegen.

Hingegen vermag F. keine direkteren Beziehungen der *Tubinares* mit den *Anseres* aufzufinden, und er ist überhaupt der Meinung, dass den *Tubinares* eine Stellung zwischen den *Laro-Limocolae* und den *Steganopodes*, aber in einiger Entfernung von beiden gebühre, doch reichen seine bisherigen eigenen Untersuchungen noch nicht aus zur sicheren Beurteilung der verschiedenen Klassifikationen der in Rede stehenden Familie, denn sie weist einen ganz außerordentlichen Wechsel auf in ihrer inneren Struktur, in dem Luftgehalt der Knochen, in der sternalen Krümmung und der Konfiguration des Xiphosternum, in der Größe des coraco-scapularen und intercoracoidalen Winkels und der Spannung der Furcula, im Verhalten des Humerus etc., ist aber dabei

doch eine gut abgegrenzte. Mit der von Garrod und in erster Linie von Forbes vorgeschlagenen Sonderung der *Tubinares* in die beiden Subfamilien der *Oceanitidae* und *Procellariidae* resp. *Oceanitinae* und *Procellariinae* s. lat. ist zwar F. auch einverstanden, erblickt aber in den meisten von Forbes als maßgebend angeführten Merkmalen nur zum kleinsten Teile primitive Charaktere, in der Hauptsache dagegen sekundäre Spezialisierungen, die den *Oceanitidae* eine einseitige und relativ ziemlich hohe Stellung in der Familie verschaffen.

Sie dürften nach F. vielleicht eine kleine Gruppe darstellen, die sich früh von den anderen *Tubinares* abzweigte und sich anschickt, aus dem ursprünglichen Typus primitiver *Natatores* sich in den der *Grallatores* umzubilden — demnach das umgekehrte Verhalten zeigt wie die *Laridae*, welche F. von grallatorischen Vorfahren ableiten möchte. Bei den *Procellariidae* Fo. (*Procellariinae* s. lat.) stehen die großen *Diomedeinae* auf Grund zahlreicher höherer Differenzen oben an, die *Procellariinae* s. str. bieten in der Hauptsache den primitiveren Typus dar.

Steganopodes.

Diese Gruppe, an Gattungen zwar arm (ca. 65 Species, welche 6 Genera bilden, umfassend), aber durchaus nicht eng geschlossen, enthält als vorzügliche Flieger bekannte Schwimmvögel, welche in der Hauptsache eine weite pelagische Verbreitung besitzen, aber auch teilweise den Flussläufen folgend, in das Innere des Landes eindringen.

Die paläontologische Kenntnis der *Steganopodes* ist etwas vollkommener als die der vorhergehenden Familien. Die ersten derartigen Reste fand man in der oberen Kreide Amerikas (*Graculavus* Marsh in mehreren Arten), in Europa sind solche erst seit dem mittleren und oberen Eocän *(Carbo, Sula, Pelecanus)* bekannt. Zahlreicher werden die Reste im Miocän (*Phaeton*?) in den Siwalickhügeln Indiens, mehrere Arten von *Pelecanus* in Frankreich, Deutschland, England, Indien, *Sula* aus Frankreich und Nordamerika; *Phalacrocorax* aus Europa, Amerika und Indien; dazu kommen noch 2 eigentümliche Formen (*Pelagornis* Lartet, *Chenornis* Portis).

Die systematische Stellung, welche den *Steganopodes* angewiesen wurde, wechselt sehr.

1. Die *Gaviae* s. *Pelagici* bildet sie mit den *Urinatores* und *Longipennes* nach Bonaparte.
2. Mit den *Tubinares* zu den *Pelecanidae* verschmilzt sie Eyton.
3. Zu der Ordo *Macropteri* dagegen vereinigt sie Fitzinger mit den *Podoae, Tubinares, Laridae* und *Rhynchaeae.*
4. Die *Natatores Simplicirostres* in Gemeinschaft mit den *Pygopodes* und *Longipennes* bilden sich nach der Ansicht Lilljeborg's.
5. Sie sind 3 Gattungen oder Familien der Schwimmvögel: Linné, Gray, Hartlaub 1877.

6. 5 Gattungen der *Palmipedes* repräsentieren sie nach Hartlaub.
7. Als eine Familie (resp. Unterordnung oder Ordnung) der Schwimmvögel oder Vögel überhaupt werden sie angesehen von Brisson, Cuvier, Illiger, L'Herminier, Sundevall 1844, Swainson, Brandt, Nitzsch, De Selys, Kaup, Reichenbach, Burmeister, Des Murs, Hartlaub 1861, Brehm, Sclater, Reichenow, Sharpe, Forbes 1884, Newton u. a.
8. Als eine besondere Familie der *Desmognathi* betrachtet sie Huxley.
9. Als die *Coh. Steganopodes* der *O. Ciconiiformes* sind sie nach Garrod, Forbes 1882 anzunehmen.
10. Endlich für Familie der *Orthocoela* hält sie Gadow.

Auch die speziellere Klassifikation der *Steganopodes* wechselt sehr auffallend. Bald teilt man sie ein in 2 (so thut dies Brisson, Fitzinger, Lilljeborg, Huxley), bald in 3 (wie Cuvier, Brandt, Gray, Hartlaub 1877, Reichenow), bald in 4 (De Selys, Garrod), bald in 5 (Illiger, Swainson, Eyton) und endlich in 6 (Nitzsch, Bonaparte, Carus, Coues, Elliot, Sundevall, Brehm) Gattungen oder Unterfamilien oder Familien.

Hinsichtlich der verschiedenen oben angeführten Verwandtschaftsverhältnisse der *Steganopodes* ist nun F. folgender Ansicht. Zu den *Alcidae* und *Laridae* weisen sie nur sehr allgemeine, zu den *Impennes* nur durch den weiten Umweg über die *Tubinares* vermittelte und immerhin problematische Beziehungen auf, während mit den *Colymbidae* und *Podicipidae* auf der einen und den *Tubinares* auf der andern Seite gewisse Uebereinstimmungen bestehen. Unter den beiden ersten Gruppen (den *Colymbidae* und *Podicipidae*), finden sich bei den *Colymbidae* direktere Hinweise auf die Steganopoden als bei den *Podicipidae*, jedoch hat die Sonderung von dem gemeinsamen Stamme schon recht früh stattgefunden, wie durch das Auftreten des einige ausgeprägte steganopode Merkmale besitzenden *Graculavus* aus der oberen Kreide wahrscheinlich gemacht wird. Jedenfalls ist anzunehmen, dass die *Steganopodes* eine sehr alte Gruppe repräsentieren.

Auch eine Verwandtschaft der *Steganopodes* mit dem *Tubinares* ist nicht zu verkennen. In zahlreichen Charakteren zeigen sich die ersteren als die höher entwickelten Formen und dementsprechend sind auch die Berührungspunkte zu der relativ am höchsten stehenden Unterfamilie der *Tubinares*, zu den *Diomedeinae*, die zahlreichsten. Es ist aber deshalb nicht eine direktere Ableitung der *Steganopodes* von den *Diomedeinae* anzunehmen; vielmehr liegt die gemeinsame Wurzel der beiden betreffenden Familien viel weiter zurück, — die vielen Uebereinstimmungen zwischen den *Diomedeinae* und *Steganopodes* sind lediglich paralleler, isomorpher Natur. Ein weiterer Beweis dafür, dass die letzteren eine sehr alte Abteilung sind, ist auch die

Isolierung und Artenarmut der meisten ihrer wenigen Gattungen, von denen jede Vertreter einer Unterfamilie zu sein scheint. Man darf sie als eine dem Aussterben entgegengehende Familie ansehen, die *Graculavinae* und *Pelargonithinae* sind bereits verschwunden. Zugleich kennzeichnet die *Steganopodes* in morphologischer Hinsicht eine relativ hohe Entwicklung, welche sich in zahlreichen progressiven und retrograden Differenzierungen ausspricht. Zur Zeit in ihrem Flugapparate nur noch muskelschwache Tiere, lassen sie in ihrem bezüglichen osteologischen Gerüste Strukturen erkennen, welche nur durch einstmals quantitativ und qualitativ hoch entwickelte Muskulatur zu erklären sind. Mit dieser Rückbildung der Muskeln gehen Hand in Hand auf der einen Seite partielle Verschmelzungen der ungenügend bewegten Knochen, auf der andern höhere Ausbildungen der wichtigeren Gelenke, sowie des accessorischen Bewegungsapparates, endlich eine Pneumatizität, die wenigstens bei gewissen Vertretern (bei *Sula*, *Fregata*, *Pelecanus*) eine ganz außerordentliche Entwicklung erreichte.

F. scheint es aus diesen Gründen, dass die *Steganopodes* eine jener Abteilungen verkörpern, welche schon in früher Zeit eine nicht unbeträchtliche Entwicklungshöhe, namentlich in den Bewegungs- und Verdauungsorganen erreichten und dadurch eine gewisse hervorragende Stellung einnahmen. Aber es kam eine Zeit, wo bei ihnen die progressiven Entwicklungsvorgänge aufhörten und einer retrograden Bewegung Platz machten; denn es ist unverkennbar, dass die *Steganopodes* in morphologischer und numerischer Hinsicht ihre Glanzzeit hinter sich haben und ihre Bahn bergab führt.

Die Klassifikation der allerdings nicht wenig von einander divergierenden Gattungen der *Steganopodes* hat noch nicht zur gewünschten Einheit geführt, weil der eine Autor dieses, der andere jenes klassifikatorische Moment in den Vordergrund stellt und dadurch, weil sich diese Merkmale außerordentlich verschiedenartig verhalten, bald zu diesem, bald zu jenem Resultate gelangt. Mit den *Tubinares* teilen sie die außerordentlich ausdrucksvolle Variierung ihrer inneren Organe, aber es ist sehr schwierig, dabei die primären und verwandtschaftlichen Beziehungen von der sekundären Zuthat zu scheiden. *Phaeton* bietet die primitivsten Beziehungen dar und lässt einige Momente erkennen, welche etwas an die *Tubinares*, vielleicht mehr noch an die *Laro-Limicolae* erinnern. Die andern Steganopoden kann man nach dem Grade ihrer Entwicklungshöhe in 2 Gruppen teilen, von denen die erstere die im ganzen einfacher und primitiver gebauten *Plotinae*, *Phalacrocoracinae* und *Sulinae* (vielleicht auch die *Pelagornithinae*), die letztere die höher stehenden *Pelecaninae* und *Fregatinae* umfasst. Auch lässt sich erkennen, dass vor allen Dingen *Plotus*, dann *Carbo* und in mancher Hinsicht auch *Sula* Berührungspunkte mit den *Colymbidae* und *Podicipidae* darbieten, während *Pelecanus* und in geringerem

Maße auch *Sula* einige bei den *Anseres* auftretende Verhältnisse aufweist und *Fregata* Eigentümlichkeiten erkennen lässt, welche auf die *Accipitres* hindeuten.

Eine wirkliche, d. h. genealogische Klassifikation der *Steganopodes* wird indess erst dann möglich sein, wenn weitere morphologische Untersuchungen angestellt oder paläontologische Funde gemacht worden sind.

Anseres (Anatidae).

Die *Anseres* stellen eine abgegrenzte große (ca. 180 Arten umfassende) Familie von Schwimmvögeln dar, welche eine kosmopolitische Verbreitung besitzen (die antarktische Region aber verhältnismäßig am spärlichsten bewohnen).

Sicher bestimmte fossile *Anseres* sind erst vom unteren Miocän ab, aber gleich in mehreren Arten nachgewiesen; es scheint, als ob die Gattungen *Anas* und *Mergus* (?) etwas früher auftreten als *Anser* und *Cygnus*, deren Schwerpunkt erst in der Pliocän und die quartenäre Zeit fällt. Im Diluvium Neuseelands fand man *Cnemiornis calcitrans* Owen, eine sehr große fluglose Form, die mehrere Charaktere mit *Cereopsis* teilt. Andere miocäne Gattungen (*Hydrornis*, *Chenornis*) scheinen die letzten Reste von Mischformen darzustellen, bei denen sich einzelne anserine Züge mit Affinitäten teils zu den *Tubinares*, teils zu diesen und den *Steganopodes* verbinden. Die Zusammengehörigkeit der verschiedenen Vertreter der *Anseres* in eine Abteilung ist von der überwiegenden Mehrzahl der Forscher erkannt worden; mehrere Autoren rechnen auch *Phoenicopterus*, andere noch *Palamedea* dazu. Auch hinsichtlich der Stellung der *Anseres* im Systeme gehen die Ansichten der Autoren nicht so weit auseinander.

1. Eine Familie (Unterordnung, Ordnung) der Schwimmvögel oder Vögel überhaupt bilden sie
   a) ohne *Phoenicopterus* und ohne *Palamedea* nach Brisson, Cuvier, Illiger (ohne *Cereopsis*), L'Herminier, Nitzsch, Gray, De Selys 1842, Sundevall 1844, Kaup, Reichenbach, Fitzinger, Des Murs, Milne Edwards, Coues, Wallace, Gervais, Brehm, Sclater 1880, Sharpe, Forbes 1884.
   b) Mit *Phoenicopterus*, aber ohne *Palamedea* nach der Ansicht von Latham, Swainson, Cornay, Burmeister, Owen, Hartlaub, Schlegel, Sundevall 1872.
   c) Ohne *Phoenicopterus* und mit *Palamedea* nach Parker, Sclater und Salvin, Reichenow.
   d) Mit *Phoenicopterus* und mit *Palamedea* nach Carus, Newton 1885.
2. Als zwei Gattungen der *Anseres* betrachtet sie Linné.
3. 3 Gattungen der *Anseres*, von denen *Mergus* und *Anas* nebeneinander, *Cereopsis* aber in größerer Entfernung von ihnen gestellt werden muss, bilden sie nach Temminck.

4. Als erste (primitivste) Familie der *Desmognathae* werden sie betrachtet von Huxley, und zwar 1867 incl. von *Palamedea*, 1868 ohne diese.
5. Mit den *Podicipidae* und *Impennes* zu den *Anseriformes Anseres* vereinigt sie Garrod.
6. Als eine Familie der *Orthocoela* dagegen sieht sie Gadow an.
7. Lilljeborg stellt sie den übrigen *Natatores* (*Simplicirostres*) als Gruppe der *Lamellirostres* gegenüber.
8. Bonaparte endlich trennt sie von allen anderen *Natatores* (*Altrices*) ab und stellt sie in die Subklasse der *Praecoces*.

F. kam nun durch seine Studien hinsichtlich dieser eben angeführten Beziehungen der *Anseres* zu folgendem Resultate. Die Beziehungen zu den *Alcidae*, *Laridae*, *Grallae*, *Psittaci* und *Ratitae*, sowie die angegebene Tendenz der *Cracidae* nach den *Anseres* möchte er von vorneherein ausschließen; über die Verwandtschaft der *Anseres* mit den *Palamedeidae*, *Odontoglossae*, *Pelargo-Herodii* und *Accipitres* wird er erst bei diesen Familien sich äußern, das Verhältnis endlich zwischen den *Anseres* und den *Impennes*, *Colymbidae*, *Podicipidae*, *Tubinares* und *Steganopodes* ist nun folgendes. Auf den ersten Blick scheint die Differenz zwischen den *Anseres* und der zuerst angeführten Gruppe, den *Impennes*, eine außerordentlich große zu sein; trotzdem finden sich aber eine Reihe von Merkmalen (so das Verhalten der Crista sterni, der Furcula, der Mm. cucullaris, pectoralis thoracicus, supracoracoideus, coracobrachialis posterior, subcoracoscapularis, anconaeus scapularis etc.), welche, obwohl sie zum kleineren Teil Konvergenz-Analogien sein mögen, doch in der Hauptsache Beziehungen primitiver Natur ausdrücken, die bald bei den *Impennes*, bald bei den *Anseres* die höhere Differenzierung erkennen lassen.

Allerdings will F. damit nicht behaupten, dass diese Beziehungen von solcher Wichtigkeit sind, dass sie irgend welche intimere Verwandtschaft zwischen beiden Gruppen beweisen könnten; immerhin aber genügen sie zur Bekundung gewisser, wenn auch nicht gerade naher genealogischer Beziehungen beider Familien.

Eine Verwandtschaft der *Anseres* mit den *Colymbidae* und *Podicipidae* ist nach F.'s Ansicht sicher vorhanden, und zwar sind im großen und ganzen zwischen der in Rede stehenden Gruppe und den *Podicipidae* die Uebereinstimmungspunkte am zahlreichsten. Infolge einzelner Charaktere stellen sich aber auch die *Anseres* zwischen die *Colymbidae* und *Podicipidae*.

Auch zu den *Tubinares* weisen die *Anseres* einige Relationen auf (insbesondere im Verhalten der Pterylose, der Verbindung von Clavicula, Coracoid und Scapula, der Furcula, der Mm. rhomboides superficialis, deltoides major etc.), welche Anknüpfungen an die primitiveren Formen derselben ermöglichen. Aber trotz dieser Beziehungen nehmen

beide Gruppen eine ziemlich entfernte Stellung von einander ein, und die gemeinsame Wurzel beider liegt sehr tief, tiefer jedenfalls als die für die *Anseres* und *Colymbo-Podicipidae*.

Ihrem äußeren Aussehen nach scheinen die *Anseres* auch gewissen *Steganopodes* nahezustehen. Selbst eine genauere morphologische Untersuchung ergiebt einige solche Aehnlichkeiten (beispielsweise in den pterologischen Verhältnissen, im Sternum und im Becken, in den Mm. cucullaris, rhomboides superficialis etc.). Allerdings werden dieselben durch diejenigen Formen unter den *Anseres* vermittelt, die wie zum Beispiel *Cygnus* zu den am höchsten differenzierten Individuen gehören, während die in vieler Hinsicht primitivere Verhältnisse aufweisenden *Anatinae* und *Anserinae* sich im ganzen weiter von den *Steganopodes* entfernen. Dieser Umstand fordert deshalb zur vorsichtigen Beurteilung der Verhältnisse auf, lässt zugleich aber auch erkennen, dass die *Steganopodes* in der Hauptsache eine höhere morphologische Stelle einnehmen als die *Anseres*. Die letzteren möchte F. als Vögel beurteilen, die sich schon sehr früh von dem ihnen, den *Steganopodes* und *Colymbo-Podicipidae* Ursprung gebenden Aste abgezweigt haben, aber längere Zeitperioden hindurch in einem mehr primitiven Zustande verharrten, um erst später zu einer weiteren einseitigen Entwicklung und Sonderung ihrer einzelnen Vertreter zu gelangen. Die *Steganopodes* repräsentieren somit die ältere, im ganzen höher ausgebildete und stärker divergierende, die *Anseres* dagegen die in etwas jüngerer Zeit erst merkbarer ins Leben getretene, aber trotz ihrer ziemlich großen Anzahl verschiedener Gattungen minder hoch differenzierte und enger geschlossene Familie.

Die einzelnen Unterfamilien der *Anseres* mit ihren Gattungen weisen übrigens recht merkbare Differenzen auf, namentlich in der Schnabel- und Fußbildung, in der Anzahl der Schwung- und Steuerfedern, in den Wirbelzahlen und der Länge der Halswirbelsäule, in der Bildung des Sternum und dem Verhalten der Trachea (Windungen) und trachealen Bifurkation (Pauken, Labyrinthe). Die Abweichungen sind aber als sekundäre anzusehen, teils nur auf bestimmte Genera und Species beschränkt und vermutlich nicht als sehr alte aufzufassen und teilweise auch als derartige zu begründen; jedenfalls zeugen sie nicht von einer weiten Divergenz der Unterfamilien. Unter den von F. untersuchten Gattungen nehmen die verschiedenen Vertreter der *Anatinae* im ganzen die tiefste Stelle ein. *Cygnus* hingegen lässt eine Reihe von höheren Differenzierungen progressiver und retrograder Natur erkennen und erreicht damit eine Entwicklungshöhe, die zum Teil an den *Steganopodes* erinnert. *Mergus* zeigt manches primitive Moment, daneben auch solche, die als sekundäre anzusehen sind. Die Beschaffenheit der ersten Zehe und ihres Hautsaumes ist von einigen Autoren (in erster Linie von Sclater) als klassifikatorisches Moment erster Klasse angesehen

worden. Darnach stellen sich die mit schmal gesäumter Hinterzehe ausgerüsteten *Anatinae* s. str. in die Mitte zwischen die breitgesäumten *Fuligulinae, Erismaturinae, Merganettinae* und *Merginae* und die ungesäumten *Cygninae, Anserinae, Cereopsinae* und *Anseranatinae.*

Cnemiornis, dessen anserine Natur durch Hector, Owen und von Haast hinreichend bewiesen, hat als quartäres Fossil für die Genealogie der *Anseres* dieselbe geringe Bedeutung wie z. B. *Alca impennis* für die *Alcidae*, aber er ist, wie diese interessant durch die weitgehenden morphologischen Umbildungen, welche mit der Vergrößerung des Körpervolumens Hand in Hand gegangen und notwendig zum Verluste der Flugfähigkeit führen mussten, und zugleich nicht minder bedeutsam für die Anschauung, dass die großen und am einseitigsten differenzierten Formen den Kampf um das Dasein am schlechtesten bestehen.

Die *Gastornithidae*

stellen eine durch 4 noch nicht völlig gesicherte Arten (*Gastornis parisiensis, Edwardsii, minor* und *Klaasenii*) gebildete Familie fossiler Riesenvögel dar, welche in noch unvollständigen Fragmenten im Eocän Frankreichs, Belgiens und Englands gefunden worden sind. Die bekannten Reste sind sehr dürftig und sind weder genügend, um eine vollständige Restauration der Skelette zu ermöglichen, noch hinreichend zur Entscheidung der Frage, ob es sich dabei um Carinaten oder um Ratiten handle. Die Stellung, welche gegenwärtig diese Gruppe im System einnimmt, kann deshalb nur eine vorläufige sein.

Ueber diese Stellung von *Gastornis* liegen nun folgende Ansichten vor.

1. Als mit den *Urinatores* und Ratiten verwandt betrachtet sie Quenstedt und Hoernes.
2. In die Nähe der *Diomedeinae* werden sie gestellt von *Valenciennes.*
3. Als den *Anseres* genähert, aber dabei flugunfähig bleibend, sieht sie Herbet an (er erklärt die Flugunfähigkeit als Folge der enormen Größe der Vögel, die nach ihm auf ein Gewicht von ca. 500 Kl. schließen lasse; Milne Edwards dagegen folgert die Flugunfähigkeit aus der sehr massig entwickelten unteren Extremität).
4. Nach Milne Edwards repräsentiert *Gastornis* eine besondere Form, die mit den *Anseres* die meiste Aehnlichkeit besitzt, aber auch von den *Ciconiidae* und *Gruidae* nicht sehr abweicht.
5. Lartet reiht diese Vögel den *Grallatores* ein, trotzdem sie sich den *Anseres* ähnlich verhalten.
6. Als Vertreter einer besonderen Abteilung, die mit den *Anseres* relativ die meisten Affinitäten aufweist, aber zu den ratiten (fluglosen) Formen gehört, stellt sie Lemoine und E. F. Newton auf (Der zuerst angeführte Forscher wirft mit Rücksicht auf verschiedene primitive Beziehungen des Skeletts die Frage auf, ob *Gastornis* eine intermediäre Form zwischen Ratiten und gewissen großen Reptilien der Sekundärzeit bilde.)

7. Zu den *Grallatores* rechnete und in die Nähe der *Rallidae* stellte sie Owen 1869.
8. Dagegen betrachtete dieser Forscher 1856 sie als besondere Abteilung, die in mancher Beziehung an die *Rallidae* und *Dinornithidae* erinnert.
9. Mit *Aepyornis* zu den *Aepyornithidae* und diese mit den *Didinae* zu den *Dididae* verbunden wurde diese Gruppe durch Bonaparte 1856.

Das Urteil F.'s über diese Beziehungen der *Gastornithidae* lautet nun folgendermaßen.

Die behaupteten Relationen dieser Gruppe zu den *Urinatores* und *Diomedeinae* sind auf Grund der bekannten Skelettfragmente nicht haltbar, dasselbe gilt von den Beziehungen zu den *Rallidae* infolge anderer Beschaffenheit der in Frage kommenden Skelettteile. Auch die *Aepiornithidae* und *Diornithidae* haben mit den *Gastornithidae* nur die beträchtliche Körpergröße, die Rückbildung der Flugfähigkeit und den ausgesprochenenen Charakter als Laufvögel gemeinsam, weichen aber in ihrer spezielleren Konfiguration sehr von ihnen ab. Endlich unterscheiden sich auch die *Laridae*, *Anseres*, *Pelargi* und *Gruidae* durch ihr Skelett in mehr als einer Hinsicht von den *Gastornithidae*, aber diese Abweichungen sind nicht sehr schwerwiegend, und wenn überhaupt Beziehungen der *Gastornithidae* zu lebenden Formen zu suchen sind, so kommen dafür — wie auch Herbet, Milne Edwards, Lemoine und E. Newton bewiesen — in erster Linie die *Anseres* (und zwar speziell *Cereopsis*) in Betracht, ihnen schließen sich an 2. Stelle die *Pelargi* an und 3. folgen dann die *Laridae* und *Gruidae*. Man kann also die *Gastornithidae* sich denken als eine Zwischenform zwischen den *Anseres* und *Pelargi*, wobei man aber immer beachten muss, dass die Affinität zu den ersteren die größere ist. Schon an einer anderen Stelle wurde betont, dass unter den lebenden und fossilen Vertretern der *Anseres* gewisse Gattungen mit reduzierter Flugfähigkeit existieren und namentlich bei dem quartären *Cnemiornis* (aus Neuseeland) Hand in Hand mit der beträchtlichen Rückbildung der Flügel auch eine weitgehende Verkümmerung der Crista sterni, eine höhere Ausbildung der hinteren Extremität und eine beträchtliche Vermehrung der Körpergröße geht. In *Cnemicornis* liegt somit ein unverkennbarer Abkömmling der *Anseres* mit ratiten Analogien vor. *Gastornis* aber zeigt ein noch viel ansehnlicheres Körpervolumen, das, wie Herbert richtig folgert, jede Flugmöglichkeit ausschloss, was auch durch Lemoine's Entdeckung des Brustgürtels und der vorderen Extremität direkt bestätigt wurde. Diese Skelettteile von *Gast.* zeigen auch mit *Cnemiornis* noch die meiste Aehnlichkeit im Verhältnis zu den anderen *Anseres*, ebenso nach Newton die untere Extremität, schließen aber zugleich nach der Meinung F.'s intimere genealogische Beziehungen zu irgend welchen bekannten Ra-

titen aus; infolge besonders primitiverer Charaktere von *Gastornis* in der Beschaffenheit der Schwanzwirbel, der mangelhaften Ausbildung des Pygostyl, in der Schlankheit des Kranium (ähnlich *Archaeopteryx*), in der noch unterbliebenen Anchylosierung mehrerer Schädelknochen und der Metacarpalien, in der *Hesperornis*-ähnlichen Beschaffenheit des Unterkiefers in der möglichen Existenz von Zähnen oder zahnähnlichen Fortsätzen des Kiefers, wirft Lemoine die Frage auf, ob nicht in *Gastornis* eine Zwischenform zwischen den Ratiten und gewissen großen Reptilien der mesozoischen Zeit vorliege. F. verneint diese Frage; nach seiner Meinung, weist die gesamte Konfiguration von *Gastornis* auf einen unzweifelhaften und schon in sehr bestimmter Weise spezialisierten Vogel hin, der selbst, wenn er einen wirklich bezahnten Unterkiefer gehabt haben sollte, darum keinesfalls eine tiefere Stellung als die *Ichthyornithae* einnahm. Vielmehr handelt es sich nach F.'s Ansicht bei den oben aufgezählten Merkmalen nur um einige graduelle Besonderheiten, durch welche sich der eocäne *Gastornis* in dieser oder jener Hinsicht tiefer stellt als viele andere Vögel, es sind dies aber keine abweichenden Qualitäten. F. ist deshalb geneigt, *Gastornis* als Vertreter einer besonderen sehr alten Familie aufzufassen, deren Wurzel sich nicht zu fern von derjenigen der *Anseres* befand und die bereits in sehr früher Zeit unter Ausbildung einer höheren Lauffähigkeit, Erlangung einer beträchtlichen Körpergröße und Reduktion der ursprünglichen Fähigkeit zu einer besonderen Konfiguration emporstieg. Dadurch gewann *Gastornis* ratite oder ratitenähnliche Charaktere, aber seine Aehnlichkeit mit echten Ratiten ist in der Hauptsache nur als eine Isomorphie (Konvergenz-Analogie) anzusehen.

[67]

Theoretische Betrachtung über die primitive Ortsbewegung.

Eine Mitteilung von **S. Prowazek.**

Thomson machte seinerzeit den Versuch, die Vorstellung von den starren Atomen, die im Laufe der Zeit in so manchem Punkte sich als unzulänglich erwies, durch die von den Wirbelatomen zu ersetzen, wobei ihm im nicht unbedeutenden Grade die großartige Entdeckung von Helmholtz über das Gesetz der Wirbelbewegung in einer „vollkommenen" Flüssigkeit sowie vielleicht gewisse Ansichten von Rankine und Descartes unterstützten; er selbst erwähnte aber nichts über die Weiterentwicklung seiner Idee, und schon 1871 finden wir ihn in seiner Abhandlung „On the Ultramundane Corpuscules of Lesage", als einen eifrigen Verfechter der „Kastenatome". Später war der kürzlich verstorbene N. Dellingshausen bestrebt, auf der Grundlage von Bewegungen einer den unendlichen Weltraum kontinuierlich erfüllenden Materie eine allgemeine Naturtheorie zu errichten. Obzwar Dellings-

hausen schon früher der Hoffnung Raum gab und dies deutlich auch in seiner „spekulativen Physik“ bezüglich der „Vibrationsatome“ aussprach, dass man diese seine kühne Hypothese auch auf die Erscheinungen des Organischen anwenden werde, so griff erst 1895 N. Tschermak in seiner Broschüre „Ueber den Aufbau der lebendigen Substanz. Eine Hypothese lebendiger Wirbelmoleküle“, diese Ideen auf und errichtete seine aus dem Aufsatze von Schlater, Einige Gedanken über die Vererbung (Biolog. Centralblatt, XVI. Bd., 1896, Nr. 21, S. 767 ff.) bekannte Theorie vom lebendigen Wirbeleiweißmolekeln.

Nach diesen wenigen anleitenden historischen Bemerkungen können wir nun zu dem eigentlichen Thema übergehen. Joh. Frenzel (Biol. Centralblatt, XI. Bd., 1891, S. 465) setzte schon früher auseinander, dass die Ursache primitiver Ortsbewegungen entweder im Sinne Pfeffer's chemische Reize oder Flächenanziehungen sind, von der Art wie sie J. Dewitz schildert. Hauptsächlich die erstere Erscheinung könnte man sich derart erklären, dass entweder durch den äußeren Anstoß neue Wirbel in den organisierten Wirbelkomplex gelangen oder entstehen und ihn „öffnen“, indem im regelmäßigen Umschwung die einzelnen Wirbel nicht auf selbe Orte im Ortssystem gelangen, oder es werden durch den Reiz Pulsationen in den Wirbeln hervorgerufen, die je nachdem sie gleich oder entgegengesetzt gerichtet sind „anziehende“ und „abstoßende“ Erscheinungen hervorrufen, die wieder enge mit Störungen und einem Oeffnen des Wirbelkomplexes verknüpft sind. Durch das Oeffnen des Wirbels wird nicht bloß die Erscheinung der Bewegung angebahnt, sondern seine einzelnen Schichten erleiden Perturbationen, es entstehen in den niederen Wirbeln Knotenflächen und es findet derart eine Abspaltung neuer sich erst zu regenerierender Wirbel eine Dissimilation mit darauffolgender Reassimilation statt.

Den roh-mechanischen Vorgang bei der Bewegung könnte man sich auch in der Weise vorstellen, dass man an die bekannte Vorstellung Hatschek's betreffend das Wesen der Assimalation von der veränderlichen Atomzahl des Eiweißmoleküls anknüpft, das auf einen Reiz oder Veränderung der physikalisch-chemischen Einflüsse eine Spaltung erfährt und aus dem „gesättigten“ Zustand in „ungesättigte“ Sonderzustände übergeht. Entstehen nun derartige Sonderzustände, so werden die Beziehungen zwischen den einzelnen Wirbeln mehr kompliziert, die Kraftwirkung zwischen ihnen verändert. Betrachten wir nur zwei Wirbel a und b, so streben sie ihrem gemeinsamen Schwerpunkt zu, es findet dadurch gleichsam eine Verkleinerung ihres ideelen Abstandes statt, wodurch die Kraftrichtung ein negatives Vorzeichen erhält, während die entgegengesetzte Richtung, die dann das Beharrungsvermögen bestimmt positiv ist — das Distanzprodukt kann in diesem Falle negativ sein, die Wirbel ziehen sich an. Nun giebt es eine Mehrzahl von Wirbeln, deren Zahl noch wächst, sobald

ein einst der Wachstumsassimilation unterworfenes Wirbelsystem in „ungesättigte“ Sonderzustände übergeht, sobald Wirbelkomplexe auf einen Reiz hin, durch das Entstehen von Knotenflächen in Wirbel gleichsam zerstieben, welche Teile dann alle während dieser Zeit in mannigfache Beziehungen zu einander treten; bei einer Kombination von 3 Teilchen sind schon 6 Beziehungen und man könnte sich nach einfachen mathematischen Gesetzen unter Zuhilfenahme der Kombinationsrechnung berechnen, bei welcher Konstellation und Zahl der Glieder die Produkte positiv oder negativ sind, in welchem Moment der „Anziehung“ diese den Charakter einer scheinbaren Abstoßung nach einer Richtung hin erhält, da sich im Augenblicke der Distanzänderung die Kraftbeziehungen ändern und die Teilchen nach anderen Seiten angezogen werden oder in andere Pulsationen geraten, kurz wann eine Wirbelanziehung und Abstoßung stattfindet und so das Strömen oder die Kontraktion der autoplasmatischen oder protoplasmatischen Substanzen beginnt. Das Wesen der jedesmaligen Bewegungen ergiebt sich aus der Kombination sowie Beziehung der Abstände mehrerer Wirbel, es folgt aus dem Gesetze der Beharrung des Einzelnwirbels und dem Kraftgesetz der Anziehung, die noch weiter mechanisch zu erklären wäre — also aus dem Wesen des Mitdaseins von anderen Teilchen, das die Geschwindigkeit und Richtung regelt; im Organismus kommen im Wirbelzusammenhang besondere Kraftwirkungen zum Vorschein, die sich aus niederen ursprünglichen ergeben. — Wichtig wäre vielleicht noch die Vorstellung, dass die Wirbel eine Art Kontraktion, eine positive Größe, darstellen, die andererseits Spannungen als negative Größen hervorruft, die sie in einer Art von Potentialzonen umgeben. —

Immerhin erscheint es als nützlich, die Vorstellungen von den Bewegungen strenge auf das physiologische Gebiet übertragen zu suchen, Vorstellungen, die auf anderen Gebieten zu äußerst fruchtbaren Hypothesen führten, man gedenke nur der Erklärung der Kraft von Hertz aus Bewegungsvorgängen allerdings nicht immer grobsinnlich nachweisbarer Materie, ferner des anfangs besprochenen Theorems Lord Kelvin's, schließlich der Ideenverknüpfungen Maxwell's, der die elektrodynamischen Kräfte aus Wirkungen von Bewegungen unsichtbarer Massen zu erklären versuchte. Eine Bewegungslehre kann auch unser Streben, das darin gipfelt, einfache Theorien den komplizierten vorzuziehen, am ehesten befriedigen, ferner ist aber das Wesen der Bewegung vom erkenntnistheoretischen Standpunkt vielleicht das getreueste Abbild von periodischen Zuständen einer Entität, ein Abbild, das notwendig im Daseinskampf bei allen Wesen in ihrer Wahrnehmungswelt gewisse Züge gemeinsam besitzt (wenn es sich auch nicht bei allen in denselben Dimensionen abspielt), die in ihrer Totalsumme am besten das Absolute spiegeln.

Zusatz zu dem Aufsatz des Herrn Prowazek.

Es scheint in neuester Zeit unter den Biologen, besonders den jüngeren, die Neigung zu solchen allgemeinen Betrachtungen wie die von Herrn Prowazek angestellten zu wachsen. Da jedes ernstliche Bemühen, die schwierigen allgemein biologischen Probleme, wenn auch nicht dem Verständnis, so doch wenigstens der Anschauung näher zu bringen, Anerkennung und Förderung verdient, so habe ich den betreffenden Erörterungen Platz in diesem Blatte gern eingeräumt. Ich sehe mich aber veranlasst, durch eine kurze Notiz den Standpunkt festzulegen, welchen ich für meine Person jenen Erörterungen gegenüber einnehme. Wenn die großen Physiko-Mathematiker, an welche Herr P. und seine Genossen anknüpfen, die Theorie der Atom-Wirbel diskutieren, so fördern sie damit das Verständnis der Naturerscheinungen, indem sie rechnungsmäßig zeigen, wie weit die Theorie im Stande ist, von gewissen Grunderscheinungen eine Vorstellung zu verschaffen. Leider kann man von den Versuchen der Uebertragung jener Theorien auf biologische Probleme nicht dasselbe sagen; sie kommen über die allgemeine Betrachtung, dass man sich die Sachen so oder ungefähr so vorstellen könne, nicht hinaus. Auch ist kaum Hoffnung vorhanden, dass dies in nächster Zeit anders werden könnte, weil die Grundlagen für eine rechnungsmäßige Behandlung fehlen. Wäre dies anders, so könnte es aussichtsvoller sein, einen mit voller mathematischer Kenntnis begabten theoretischen Physiker zu ersuchen, die streng wissenschaftliche Behandlung der Probleme zu versuchen. Wie die Sachen jetzt liegen, wird vorerst von diesen Spekulationen noch gelten, was ich vor Jahren von einem viel einfacheren Problem, dem der Muskelkontraktion, gesagt habe[1]): „Wo thatsächliche Anhaltspunkte für oder gegen gewisse Annahmen nicht vorliegen, kann die Phantasie frei spielen und sich irgend einen Vorgang ausmalen, durch welchen möglicherweise derartige Veränderungen zu stande kommen könnten. Aber der nüchtern denkende Naturforscher bleibt sich dabei immer dessen bewusst, dass solche freien Spiele der Phantasie keinen wirklich wissenschaftlichen Wert beanspruchen können, weder einen didaktischen zu klarerer Darstellung der schon bekannten Thatsachen, noch einen heuristischen zur Leitung und Anregung zu neuen Untersuchungen. Gute Hypothesen haben immer diesen doppelten Wert; bei ihnen bleibt daher der Forscher stehen". Selbstverständlich will ich aber von diesem meinem Standpunkt aus Niemandem das Wort abschneiden, der wirklich fördernde Gedanken bringt, werde mich vielmehr sehr freuen, wenn solche auch in diesem Blatte zur Veröffentlichung gelangen. [69]

J. Rosenthal.

1) Allgemeine Muskel- und Nervenphysiologie. S. 231.

Berichtigung einer mich betreffenden Bemerkung von Prof. Barfurth.

Von Prof. **Oscar Hertwig.**

In dem soeben erschienenen 11. Heft des biologischen Centralblattes (Bd. XVII) erklärt Barfurth in einem Referat über Born's Verwachsungsversuche mit Amphibienlarven. „Soeben hat O. Hertwig in einer Streitschrift den Nachweis zu führen gesucht, dass biologische Experimente überhaupt nur einen zweifelhaften Wert besitzen, dass im besondern die Versuche von W. Roux verfehlt seien und seine Mosaiktheorie verworfen werden müsse".

Gegen die falsche Darstellung meiner Ansichten, die in dem Satz des Referenten liegt „ich habe den Nachweis zu führen gesucht, dass biologische Experimente überhaupt nur einen zweifelhaften Wert besäßen", muss ich mich sehr entschieden verwahren, indem ich auf meine Schrift selbst, „Mechanik und Biologie", Jena 1897, und besonders auf Abschnitt 2: Die Methoden der Entwicklungsmechanik (S. 62) verweise. Ich brauche daraus nur die folgenden 2 Stellen zu zitieren. So heißt es auf S. 68: „Auf der anderen Seite kann selbstverständlicher Weise auch nicht in Abrede gestellt, im Gegenteil, es soll hier sogar auf das Nachdrücklichste hervorgehoben werden, dass auf dem Gebiete der Biologie das Experiment ein unschätzbares Mittel sein kann, welches in vielen Fällen der Beobachtung erst ermöglicht, noch tiefer in die Erscheinungen einzudringen. Wer wollte verkennen, was mit Hilfe des Experiments in der Physiologie, in der Pathologie und Medizin schon ganz Hervorragendes geleistet worden ist?

Aber man vergesse dabei auch nicht, dass in allen diesen Fällen das Experiment nur ein Hilfsmittel der Beobachtung bildet und keineswegs den zahlreichen anderen Hilfsmitteln überlegen ist, mit denen der Naturforscher zählend, wägend und messend, vergrößernd und zerlegend in die Erscheinungswelt tiefer einzudringen sucht. Den glänzenden Entdeckungen, welche mit Hilfe des Experiments gemacht worden sind, lassen sich nicht minder zahlreiche und eben so glänzende Entdeckungen entgegenstellen, welche durch direkte Beobachtung oder unter Benutzung anderer Methoden als des Experiments gewonnen worden sind".

Und an der zweiten Stelle (S. 79) heißt es: „Indem ich in den vorausgeschickten Bemerkungen über das Verhältnis von Beobachtung und Experiment Uebergriffen einer einseitig experimentellen Richtung entgegen getreten bin, will ich keineswegs den Erkenntniswert eines guten physiologischen und biologischen Experimentes herabsetzen oder gering anschlagen. Wer meine Arbeiten kennt, weiß, dass ich selbst nach mehreren Richtungen Experimente ausgeführt und zumal in letzter Zeit mich viel auf experimentellem Gebiete beschäftigt habe. Um nicht missverstanden zu werden, verweise ich zum Ueberfluss noch auf die Litteratur, welche uns in ihren Annalen ja genugsam lehrt, welche großen Erfolge wir auf vielen Gebieten der Biologie der experimentellen Richtung verdanken, die ja schon sehr alten Datums ist. Ich erinnere an die Versuche über Bastardierung, Pfropfung und Transplantation, an die Studien über Regeneration abgetrennter Körperteile, über Kreuz- und Selbstbefruchtung,

an die experimentelle Erzeugung von Missbildungen, wie sie Dareste und Gerlach geübt haben, an Weismann's Experimente über den Saisondimorphismus der Schmetterlinge etc. Als glänzende Entdeckungen der letzten Jahre schätze ich die von Boveri ausgeführte Bastardbefruchtung kernlos gemachter Eifragmente von Seeigeln, die Entdeckungen von Driesch, Wilson, Morgan, Zoja etc., dass mechanisch von einander getrennte Embryonalzellen der ersten Furchungsstadien bei *Amphioxus*, Seeigeln, Medusen etc. sich zu normalen Ganzlarven und bei unvollständiger Trennung zu Zwillingen züchten lassen, die Experimente von Oscar Schultze und Wetzel über künstliche Erzeugung von Doppelbildungen aus dem Froschei, die von Loeb experimentell erzeugten Heteromorphosen bei Hydroiden, Aktinien und Tunikaten, endlich das von Wolff in geistreicher Weise ausgeführte, in meinem Laboratorium durch Erik Müller aus Stockholm vollkommen bestätigte Experiment, welches uns lehrt, dass bei *Triton*-Larven die durch Operation entfernte Linse des Auges sich aus dem Epithel des Irisrandes, also aus Zellen des Augenbechers, in vollkommen normaler Weise wieder regeneriert.

Es giebt gewiss viele Fragen, denen man sogar nur mit Hilfe des Experimentes auch in der Biologie näher treten kann; diesen aber einen höheren Erkenntniswert beizumessen, als Fragen, auf welche uns schon die Beobachtung der Natur mit anderen Methoden Auskunft giebt, liegt kein logischer Grund vor. Die Art des Hilfsmittels, mit welchem eine Entdeckung gemacht wird, entscheidet nicht über ihren größeren oder geringeren Erkenntniswert".

Der zweite Satz von Barfurth, „dass die Versuche von W. Roux verfehlt seien und seine Mosaiktheorie verworfen werden müsse" giebt allerdings meine Ansicht ganz richtig wieder. In dieser Beziehung befinde ich mich in Uebereinstimmung mit verschiedenen Forschern, die das gleiche Gebiet bearbeitet haben, insbesondere mit Wilson (siehe dessen vortreffliches Buch „The cell in development and inheritance", 1896, S. 306—311) und mit H. Driesch.

Letzterer erklärt noch in einer soeben erschienenen Schrift: „Ueber den Wert des biologischen Experiments", Archiv f. Entwicklungsmechanik, Bd. V, Heft 1, 1897, „Wer meine Schriften kennt, weiß, dass ich mit sehr vielen der Erörterungen, welche im zweiten Heft von Oscar Hertwig's „Zeit- und Streitfragen der Biologie" enthalten sind, durchaus einverstanden bin. Er weiß, dass ich z. B. den gegen die Spezialarbeiten Roux's gerichteten Anhang im Großen und Ganzen unterschreiben würde, dass auch ich das Wort „Entwicklungsmechanik" beanstande".

Ich schließe meine kurze Erklärung mit der Bemerkung, dass H. Driesch und ich uns in der Wertschätzung des biologischen Experiments bei fortgesetzter Diskussion wohl verständigen würden, wenn jetzt auch unsere Urteile über diesen und jenen Punkt in meiner und in Driesch's Schrift noch etwas verschieden lauten. Auf diese Differenzen näher einzugehen, bietet sich vielleicht ein anderes Mal Gelegenheit. [75]

Berlin, 10. Juni 1897.

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. August 1897.** **Nr. 16.**

Inhalt: **Schröter u. Kirchner**, Die Vegetation des Bodensees. — **Plateau**, Wodurch locken die Blumen Insekten an? — **Popoff**, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. (Drittes Stück.) — Biologische Arbeiten über Osmose und Dissoziation.

Dr. C. Schröter und Dr. O. Kirchner, Die Vegetation des Bodensees.

Der „Bodensee-Forschungen" neunter Abschnitt. Lindau 1896.

Die Litteratur über die pflanzlichen Organismen der Seen ist wieder um eine wichtige Arbeit vermehrt worden. In den Jahren 1888 und 1890 wurde das Programm der botanischen Erforschung des Bodensees hauptsächlich durch die Punkte markiert: Kenntnis der lakustren „Flora" und Kenntnis der lakustren „Vegetation" des Bodensees, sowie ihrer Abhängigkeit von äußern Bedingungen. Wer bedenkt, dass der Bodan bei mittlerem Wasserstand eine Oberfläche von 475,48 Quadratkilometer besitzt und darin den Flächeninhalt des großen Plönersees um mehr als das Zehnfache übertrifft; wer weiß, dass das Seewasser eine eigentümliche und oft zahlreiche Organismenwelt beherbergt, die in den letzten Jahren Stoff zu bedeutenden Studien gegeben hat, der muss diesen ersten Teil der botanischen Bodenseeforschungen mit gespanntem Interesse zur Hand nehmen. Ich bekenne schon zum Voraus, dass viel Neues geboten wird und manche Fragen zu Weiterforschungen aufgestellt werden. Die erste Exkursion wurde am 3. und 4. Oktober 1890 unternommen; die letzte fällt auf den 27.—30. Juni 1895 — es ist dies die Zeit, wo sich die Untersuchung der Süßwasserseen immer mehr ausbreitete.

Im allgemeinen Teile bespricht Schröter kurz die natürlichen Bedingungen der lakustren Flora des Bodensees. Aus den Temperaturbeobachtungen geht hervor, dass bis ca. 30 m Tiefe die Differenzen zwischen dem Maximum und Minimum beträchtlich sind, dass aber

dennoch das Jahresmittel mit 11,3° demjenigen in Lugano gleichkommt. Unter 100 m kann man die Temperatur fast konstant nennen (4,0°). Das Jahresmittel der Transparenz beträgt 5,36 m, das Wintermittel 6,6 m, das Sommermittel 4,49 m. Es wäre eine wichtige Aufgabe der Seeforschungen, zwischen diesen und andern physikalischen und chemischen Eigentümlichkeiten und den Organismen eine gewisse Abhängigkeit zu erkennen, einen Einfluss der Temperatur-Transparenz etc. Veränderungen auf das Leben der betroffenen Organismen nachzuweisen. Hunderte von Parallelbeobachtungen sind notwendig, um diese Beiträge zur eigentlichen Physiologie leisten zu können und wir finden es deshalb verständlich, warum diese Fragen bloß angedeutet werden können. So wird der Satz ausgesprochen: „Es ist also keinesfalls die mangelnde Wärme, welche das Pflanzenleben nach der Tiefe zu verarmen lässt, sondern nur die schwächere Belichtung". Ich würde neben der Lichtabnahme als Hauptursache auch die herabgesetzte Temperatur als Ursache der Organismenverarmung ansehen. Ebenfalls zu neuen Untersuchungen anregend ist die Mitteilung, dass in einer Tiefe von 240 m noch lebende Diatomeen gefunden wurden, welche nicht als auf den Grund fallenden „Regen" aufzufassen seien.

Mit Brand bezeichnet Schröter als „Seeflora" diejenigen Pflanzen, welche während ihrer Vegetationszeit ständig ganz oder teilweise vom Wasser bedeckt sind. Diese Seeflora teilt er in folgende Gruppen:

1. Die Schwebeflora (Phyto-Plankton), im Wasser schwebende, passiv mit dem Wasser bewegte Pflanzen.
   a) eulimnetische, Planktonten des offenen Wassers,
   b) bathy-limnetische, halb Schwebepflanzen, halb Bewohner des litoralen Benthos,
   c) tycho-limnetische, verschleppte Bestandteile der Litoral- oder Tiefenflora.
2. Die Schwimmflora (Pleuston), auf der Oberfläche treibende Pflanzen mit an das Luftleben angepassten Teilen.
3. Die Bodenflora (Phyto-Benthos), an den Boden gebunden.
   a) Blütenpflanzen,
   b) Armleuchtergewächse,
   c) festsitzende Algen und Moose,
   d) epiphytische und endophytische Algen auf a—c.
   e) Algen, Pilze und Bakterien des Schlammes,
   f) parasitische Pilze auf a—e.
   g) saprophytische Pilze und Bakterien.

Ein hübsches Schema giebt uns ein Bild über die Vegetationsverteilung beim Bodensee (S. 15).

Im speziellen Teil bespricht Kirchner die Algenflora des Bodensees in folgenden Abschnitten:

1. Das Phytoplankton.

Die eulimnetischen und bathylimnetischen Planktonten sind charakterisiert durch:

a) die reiche Entwicklung der Cyclotellen. Die häufigsten sind *Cyclotella comta* Kützing var. *radiosa* Grunow, var. *oligactis* Grunow, var. *paucipunctata* Grunow, var. *melosiroides* Kirchner, *Cyclotella stelligera* Cleve et Grunow und *Cyclotella bodanica* Eulenstein. Jedermann, der sich mit dieser heiklen Diatomeengattung beschäftigt, wird zugeben müssen, dass selbst die einzelnen Varietäten sehr stark variieren und dass es sehr zu begrüßen wäre, wenn durch Kulturversuche auch hier die Systematik revidiert würde;

b) das Vorhandensein von *Synedra delicatissima*, *Stephanodiscus Astraea*, *Fragilaria virescens* und *Botryococcus Braunii*. *Synedra delicatissima* scheint ein weit verbreiteter Planktont zu sein. So bildete sie im Winter 1896/97 neben der *Oscillatoria rubescens* den Hauptbestandteil des Planktons im Baldeggersee. *Stephanodiscus Astraea* ist nicht nur deswegen interessant, weil er nur in wenigen Seen nachgewiesen ist, sondern weil er auch der Meeresflora angehören soll. Von den Chorophyceen wird außer *Botryococcus* noch *Eudorina elegans* besonders hervorgehoben;

c. das Fehlen der Melosiren und der Wasserblüten bildenden Phycochromaceen. Als tycholimnetische Algen erwähnt er: *Synedra ulna* var. *splendens* Brun, *Diatoma vulgare* Bory, *Diat. elongatum* Agardh, *Achnanthidium flexellum* Brébisson, *Cymatopleura solea* Brb., *C. elliptica* Brb., *Cymbella gastroides* Kützing, *C. affinis* Ktz., *Encyonema caespitosum* Ktz., *E. ventricosum* Ktz., *Melosira varians* Agardh, *Cyclotella operculata* Ktz., *Tabellaria fenestrata* Ktz., *T. flocculosa* Ktz., *Nitzschia linearis* W. Smith, *Navicula radiosa* Ktz., *N. major* Ktz., *Cymbella leptoceras* Ktz., *C. helvetica* Ktz., *Ceratoneis Arcus* Ktz., *Anabaena circinalis* Rabenhorst, *Closterium strigosum* Brébisson, *C. lunula* Ehrenberg, *Spirogyra adnata* Ktz., *Ulothrix zonata* Ktz., *Pediastrum duplex* Meyen, *Ped. Boryanum* Meneghini, *Scenedesmus quadricauda* Brb. und *Nephrocytium Aghardianum* Naegeli.

Als „Seeblüte" treten gegen Mitte oder Ende Mai streifenförmige, staubige Massen auf, welche aus Pollenkörnern der Fichten und Kiefern bestehen. Auf diesen schwimmenden Pollenkörnern fand Prof. Dr. E. Fischer in Bern *Rhizophidium pollinis* (A. Braun) und *Lagenidium pygmaeum* Zopf, über welche Fischer bei der Besprechung der einzelnen Bodenseepflanzen eingehende Mitteilung macht.

Obschon die Untersuchungen über die zonarische Verteilung des Limnoplanktons nicht vorwurfsfrei sind, wie der Verfasser selber zugiebt, so konnte doch festgestellt werden, dass nicht alle Planktonten

eine gleiche vertikale Verbreitung besitzen. *Botryococcus Braunii* ist bis auf die Tiefe von 3 m bestimmt und geht ganz vereinzelt bis zur Tiefe von 47 m. *Eudorina elegans* trat noch in einer Tiefe von 23 m auf. Die Diatomeen seien bis 56 m Tiefe ziemlich gleichmäßig verteilt. Kirchner glaubt, dieses Hinabsinken der Kieselalgen in diese lichtarmen Regionen sei nicht ein „Diatomeenregen" absterbender Organismen, sondern eine Lebenserscheinung, auf welche wieder ein Aufsteigen in lichtreichere Zonen erfolge. Obschon man die Ursachen dieses Wechsels des spezifischen Gewichtes nicht kennt, so muss ich dieser Kirchner'schen Anschauung beipflichten. Eine ganz analoge Erscheinung zeigt nämlich *Oscillatoria rubescens*, indem sie gegen den Sommer hin die Oberfläche verlässt und in die Tiefe sinkt, um im Herbste wieder empor zu steigen.

Die Schwebefähigkeit der Planktonten wird durch verschiedene Mittel erreicht. Kirchner beschreibt hauptsächlich die Oelausscheidungen von *Botryococcus Braunii*, welche in der Lebensweise niederer Organismen einzig dasteht. Die Diatomeen erlangen ihre Schwebefähigkeit entweder durch Oeltropfen, oder durch Bildung von Zellfamilien oder durch beides zugleich und durch die Zellmembranbeschaffenheit, welche eine Annäherung ihres spezifischen Gewichtes an dasjenige des Wassers ermöglicht. Interessant ist die Zellfamilie der *Cyclotella comta* var. *radiosa*, welche Kirchner zum erstenmal beschreibt und auf der 1. Tafel abbildet. Die Zellen stehen auf der Gürtelbandseite am Rande einer kreisförmigen Gallertscheibe, welche durch Fuchsin oder Methylviolett gefärbt wird. Ein ganz ähnliches Vorkommen der *C. comta* var. *radiosa* habe ich vergangenen Monat Mai im Plankton des Vierwaldstättersees beobachtet. Zu *Melosira*-ähnlichen Ketten vereinigt sind die Zellen der von Kirchner neu benannten *C. comta* var. *melosiroides*. Sie wurde neuerdings im Genfer- und im Zürchersee auch gefunden und ich beobachtete sie dieses Jahr auch im Baldeggersee.

Quantitative Planktonbestimmungen wurden keine gemacht.

2. Das pflanzliche Benthos.

a) Das profundale Benthos wurde von 30 m Tiefe an gerechnet. In seiner floristischen Zusammensetzung, so arm es auch ist, zeigt es große Aehnlichkeit mit der Uferflora. Auch die Zuflüsse liefern ihm Material. Unter den Schizophyten beschreibt er die neue Species *Oscillatoria profunda*. Das Verzeichnis der Algenflora in 75 m Tiefe weist 26 Species auf, von denen 16 auch im Benthos von 35 m anzutreffen sind. Letzteres umfasst die stattliche Zahl von 61 Species. Eine ungemein reichhaltige Flora traf Kirchner

b) im litoralen Benthos. Die Stengel von *Phragmites communis* und *Scirpus lacuster*, der verschiedenen *Juncus*- und Gräser-

Arten, die Blätter der Gattungen *Potamogeton* und *Myriophyllum*, *Polygonum amphibium* und die untergetauchten Charawiesen, Uferpfähle und Holzwerk, Mauern, Steine und das ganze Ufer sind der Schauplatz einer Menge von Algen- und namentlich von Diatomeenspecies. — Schon längst sind von den Alpenseen eigentümliche gefurchte Steine bekannt, deren Furchen mäanderartig die Oberfläche durchziehen. Die Erklärung dieser Furchensteine wurde schon oft versucht. Kirchner hat nun am Bodensee recht hübsche Beobachtungen gemacht, welche die angeführte Erscheinung erklären. Auf flachen Rollsteinen, welche an schwach geneigten Ufer liegen und teilweise vom Wasser entblößt sind, trifft man eine Algenvegetation der Species: *Schizothrix fasciculata* Gomont, *Calothrix parietina* Thuret und *Phormidium incrustatum* Gomont. Die Algen bilden mit unorganischen Substanzen eine Kruste, deren chemische Zusammensetzung lautet:

Feuchtigkeit	1,68 %
kohlensaurer Kalk	52,12 „
organische Substanz	21,73 „
in Salzsäure unlösliche unorganische Substanz .	22,8 „

(Kieselsäure, Thonerde, Eisen).

Die Algenvegetation bewirkt durch den Assimilationsprozess den Niederschlag von kohlensaurem Kalk, welcher die Algenfäden schützend umhüllt. Durch ungleichartige Algenansiedelung, durch Tierfraß und andere Zufälligkeiten können Lücken und dadurch unregelmäßige Erhöhungen und Vertiefungen entstehen. Hauptsächlich der Tierfraß durch Larven soll eine große Rolle spielen. So kommt denn Kirchner zu folgendem interessanten Schlusse: „Nach alledem wird man sich über den Vorgang der Furchung von Steinen folgende Vorstellung machen dürfen. Auf inkrustierten Steinen siedeln sich Insekten-Larven, höchst wahrscheinlich verschiedenen Arten angehörig, an, und fressen mäandrische Gänge in die Inkrustation, indem sie die darin enthaltenen Algenfäden als Nahrung verwenden. Ist der inkrustierte Stein kalkhaltig, so ätzt das mit Kohlensäure beladene Atmungswasser der Larven, vielleicht auch eine von denselben ausgeschiedene Säure, den Stein an seiner Oberfläche an, und nachdem in den Fraß-Gängen der schützende Algenüberzug entfernt ist, wird die im Stein entstandene Furche durch die lösende Wirkung des Wassers vertieft, so lange sich nicht in ihr ein neuer Algenüberzug bildet, was ziemlich lange Zeit zu erfordern scheint. Sind einmal Gänge in Ueberzug und Stein vorhanden, so werden dieselben in der Regel wieder von Insektenlarven besetzt, welche in der Vertiefung einen bequemen und sichern Schlupfwinkel und überdies in dem noch dünnen, in der Furche neu gebildeten Algen-Anfluge ein an lebender Pflanzensubstanz viel reicheres

Futter finden, als in dem stärker mit Kalk durchsetzten und an leeren Scheiden sehr reichen alten Teile der Inkrustation. So wird durch die folgenden Larvengenerationen der einmal vorhandene Gang im Stein immer wieder durch neue Anätzung vertieft und durch Abweiden seines schützenden Ueberzuges beraubt, während die zwischen den Furchen stehenden Kämme von der Inkrustation bedeckt bleiben". Diese Algeninkrustationen geben auch die Veranlassung zur Bildung eines Sandes mit organischer Grundlage. Auch die Kalktuffknollen, welche aus einem Kerne von Steinen, Scherben, Steinmesser aus der Pfahlbauzeit und einer schalenartigen Inkrustation bestehen, sind ein Werk inkrustierender Algen und zwar von *Euactis calcivora* Braun und *E. rivularis* Naegeli (*Rivularia haematites* Agardh).

Auf diesen allgemeinen algologischen Teil folgt ein Katalog, der die stattliche Zahl von 361 Species enthält. In nenne diejenigen Arten, die bisher in Seen noch nicht beobachtet wurden:

Chantransia chalybea Fries; *Phaeodermatium rivulare* Hansgirg; *Bulbochaete nana* Wittrock; *Characium apiculatum* Rabenhorst; *Gloeocystis botryoides* Naegeli; *Mougeotia depressa* Wittrock; *Zygnema stellinum* var. *subtile* Kirchner; *Spirogyra rivularis* Rabenhorst; *Herposteiron polychaete* Hansgirg; *Chaetonema irregulare* Nowakowski; *Mikrospora vulgaris* Rabenhorst; *M. fugacissima* Rabenh.; *Vaucheria sessilis* D. C.; *V. hamata* Lyngbye; *Gonium sociale* Warming; *Spirogyra adnata* Kützing; *Mesotaenium Braunii* De Bary; *Closterium gracile* Brébisson; C. *strigosum* Br.; C. *moniliferum* Ehrenberg; *Disphinctium Thwaitesii* De Toni; *Pleurotaeniopsis cucumis* Lagerheim; *Cosmarium laeve* Rabenh.; C *holmiense* Lundell; C. *subcrenatum* Hantzsch; C. *pseudogranatum* Vordstedt; *Navicula cryptocephala* var. *pumila* Grunow; *N. fasciata* Lagerstedt; *N. palpebralis* var. *Barklayana* Gregary; *N. Kotschyana* Grunow; *Cymbella hercynica* A. Schmidt; *Nitzschia angularis* W. Smith (marin); *N. vermicularis* var. *lamprocampa* Hantzsch; *Suriraya linearis* var. *constricta* Grunow; *Synedra Vaucheriae* var. *perminuta* Grunow; *Synedra familiaris* Kützing; *Epithemia Argus* var. *Goeppertiana* Hilse; *Rivularia rufescens* Naegeli; *Nostoc Hederulae* Meneghini.

N. paludosum Kützing; *N. Linckia* Bornet; *Isocystis infusionum* Borzi; *Hydrocoleum homoeotrichum* Kützing; *Microcoleus vaginatus* Gomont; *M. fuscescens* Kirchner; *Plectonema Tommasianum* Bornet; *Lingbya lateritia* var. *rosea* Kützing; *L. gloeophila* Hansgirg; *Phormidium Retzii* Gomont; *Oscillatoria profunda* n. sp.

Gloeocapsa Magma Kützing; *G. ianthina* Naegeli; *G. aurata* Stizenberger; *Aphanocapsa brunnea* Naegeli; *A. castagnei* Rbh.

Das Verzeichnis der Pilze enthält die Species:

Cladothrix dichotoma Cohn; *Beggiatoa alba* Thevisan; *B. arach-*

neidea Rabenharst; *Olpidium entophytum* Braun; *Septocarpus corynephorus* Zopf; *Saprolegnia* Thureti; *S. mixta* De Bary; *S. bodanica* Maurizio; *Rhizophidium pollinis* Braun; *Lagenidium pygmaeum* Zopf. [77]

H. Bachmann (Luzern).

F. Plateau, Wodurch locken die Blumen Insekten an?

(2. und 3. Teil.)

Herr Prof. Plateau in Gent hatte im Sommer 1895 festgestellt, dass Georginenblüten, auch wenn sie durch verschiedenartige Papierblättchen oder grüne Blätter verdeckt sind, von zahlreichen Insekten besucht werden, und daraus geschlossen, dass weder die Gestalt noch die Farbe dieser Blüten es ist, was die Insekten anlockt[1]).

Dies Ergebnis steht in solchem Widerspruch mit den herrschenden Ansichten, dass Plateau sich der Notwendigkeit nicht entziehen konnte, es durch neue Versuche zu prüfen; er hat solche im Sommer 1896 in seinem Garten, im botanischen Garten zu Gent und im freien Felde angestellt und berichtet nunmehr über dieselben in einer zweiten und dritten Abhandlung[2]); eine vierte, letzte, soll folgen.

Plateau hat zunächst die mit *Dahlia variabilis* angestellten Versuche mit einer anderen Gattung wiederholt. Er wählte dazu absichtlich eine nicht einheimische, *Heracleum Fischerii*, um von vornherein dem etwaigen Einwurf zu begegnen: die Insekten besuchten die Blumen einer Gewohnheit folgend. Die betreffende Pflanze stand im Garten des Beobachters, war aus Samen gezogen und war auf mehrere Kilometer im Umkreis die einzige ihrer Art; sie entfaltete ihre mehr als 30 cm im Durchmesser messenden, ziemlich stark duftenden Schirme vor der Blütezeit der einheimischen Art *(H. Spondylium)*.

Am ersten hinsichtlich des Wetters ziemlich ungünstigen Beobachtungstage war erst eine Dolde erblüht; diese wurde mit einem großen und mehreren kleinen Blättern von Rhabarber, die in ihrer Farbe denen von *Heracleum* gleichen, bedeckt. Trotzdem sich überhaupt nur wenig Insekten zeigten, wurden in 30 Minuten 7 Besuche, darunter 3 von Bienen gezählt. Das Benehmen der Insekten war auffallend: sie setzten sich auf die Blätter, welche die Dolde verhüllten, wanderten auf ihnen nach verschiedenen Richtungen umher, flogen dann auf und um die Pflanze herum und gelangten manchmal von unten zu den Blüten.

Am zweiten Tage wurden fünf inzwischen erblühte kleinere Dolden mit der mittleren großen zu einem Bündel vereinigt und dieses abermals durch Rhabarberblätter verhüllt. Die Beobachtung dauerte, mit kurzen Unterbrechungen, $1^1/_2$ Stunden, in dieser Zeit wurden die Blüten zahlreich (45 Besuche wurden gezählt) besucht, namentlich von *Odynerus quadratus* (25 Individuen) und *Prosopis communis* (10 Individuen). Das Ergebnis entspricht also durchaus den mit *Dahlia* angestellten Versuchen.

1) Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3e série, t. XXX (1895), p. 466—488; Biolog. Centralbl., XVI, S. 417 ff.

2) Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 3e série, t. XXXII (1896) p. 505—534 und t. XXXIII (1897) p. 17—41.

Die Frage: „üben die Blütenblätter eine anlockende Wirkung auf die Insekten aus?“ lässt sich auch noch auf einem anderen Wege entscheiden, nämlich dadurch, dass man einfach die Krone wegschneidet.

Ueber einen derartigen Versuch berichtet bereits Charles Darwin[1]). Er hatte von *Lobelia Erinus* sämtliche Blütenblätter abgeschnitten und nun gefunden, dass die so verstümmelten Blüten nicht ein einziges Mal mehr von einer Biene ausgesaugt wurden, trotzdem deren genug über sie hinwegkrochen; hiernach erschien es ihm unzweifelhaft, dass die farbige Krone das hauptsächlichste Anlockungsmittel ist.

Diese Beobachtung steht freilich im Widerspruch mit mehrfach anderen. Darwin[1]) selbst berichtet, wie die Blüten von *Geranium phaeum* von Hummeln auch dann noch besucht wurden, als alle Blütenblätter abgefallen waren. H. Müller[2]) hat Bienen auf Blüten von *Veronica spicata* saugen sehen, deren Kronen sich losgelöst hatten. G. Bonnier[3]) hat die Beobachtung von Darwin inbetreff des *Geranium* bestätigt und weiter gesehen, wie Bienen auf kronenlosen Blüten von *Butomus umbellatus* und *Galeobdolon luteum* saugten und ebenso Hummeln auf Blumen von *Tropaeolum*, von denen bloß der Sporn erhalten war.

Plateau hat nunmehr Versuche zuerst ebenfalls mit *Lobelia* angestellt. Er stellte zwei ziemlich gleiche Töpfe dieser Pflanze 50 cm von einander entfernt, jeden auf einen kleinen Untersatz, mitten zwischen andere Pflanzen. Die Blüten wurden verhältnismäßig wenig besucht und nur sehr selten, von Hymenopteren niemals ausgesaugt. Insekten kamen zwar von Zeit zu Zeit, umkreisten die Blüten in einem mehr oder weniger engen Bogen, setzten sich aber nur ausnahmsweise auf dieselben; ein Einführen des Rüssels in die Blumenkrone wurde nur vereinzelt bei Zweiflüglern *(Eristalis)* beobachtet.

Nachdem dies festgestellt war, wurden mit einigen scharfen Scheerenschnitten die beiden oberen und die drei unteren Blütenblätter bei allen Blumen des einen Stockes entfernt[4]), so dass nur die Röhre erhalten blieb. Jetzt boten die beiden Töpfe einen völlig verschiedenen Anblick: der eine war mit blauen Blumen übersät, der andere erschien schon in ganz geringer Entfernung völlig abgeblüht. Wie verhielten sich nun die Insekten dieser Verschiedenartigkeit gegenüber? Während der drei angestellten Beobachtungen, von denen jede 1 bis $1^1/_2$ Std. umfasste, wurden die unverletzten Blumen im ganzen von 62, die abgeschnittenen von 41 Insekten (namentlich *Eristalis*, außerdem *Bombus*, *Vespa*, *Pieris*, *Vanessa*) besucht; 33 bezw. 25 Insekten setzten sich nieder, um zu saugen[5]), die anderen begnügten sich, die Pflanzen zu umkreisen oder einen Augenblick auf ihnen zu ruhen.

Hiernach haben die unverletzten Blüten allerdings (im Verhältnis von 3 : 2, bezw. 4 : 3) den Vorrang behauptet; unbestreitbar aber ist, dass

1) The effects of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom, London 1876, p. 420.

2) Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. S. 288.

3) Ann. d. sc. nat., bot., 49e année, VIe série, t. VIII (1879), p. 61.

4) Plateau gebrauchte die Vorsicht, die Pflanzen möglichst wenig mit den Händen zu berühren.

5) Die verschiedenen Saugakte eines Individuums sind hierin nicht mitgezählt. Eine *Eristalis* z. B. hat nacheinander 13 verstümmelte Blüten ausgesaugt, ist oben aber nur einfach gezählt.

die *Lobelia*-Blüten nach Entfernung ihrer Kronzipfel in zahlreichen Fällen nicht nur besucht sondern auch ausgesaugt sind. Die von Darwin gemachte Erfahrung hat sich unter veränderten Verhältnissen nicht bestätigt, so dass ihr die bisher beigelegte allgemeine Bedeutung nicht mehr zuerkannt werden kann.

Aehnliche Ergebnisse erlangte Plateau bei mehreren anderen Pflanzen. *Oenothera biennis* wird im normalen Zustande zu früher Morgenstunde von Bienen besucht, welche sich mit Blütenstaub förmlich beschmieren; nach deren Vorgang erscheinen Zweiflügler u. a. *Eristalis tenax*; schließen sich bei höher steigender Sonne die Blüten, so hört der Insektenbesuch ganz auf.

Plateau schnitt von 10 Blumen die leuchtende Krone dicht über dem Kelch ab, so dass nur ein kleiner Stumpf mit den herausragenden Staubgefäßen und dem Griffel übrig blieb. Die Blumen fielen jetzt viel, viel weniger auf als vorher, wurden aber trotzdem von Bienen besucht. Dieselben flogen nach allen Richtungen: nach verwelkten Blüten, nach Knospen, selbst nach den auf die Erde gefallenen Blütenblättern, setzten sich aber immer nur auf die ihrer Krone beraubten Blüten, die sie dann aussogen. In dieser Weise sog im Laufe einer Stunde

eine Biene	nacheinander	an	14	Blüten	dabei mehrfach an denselben.
eine zweite	„	„	10	„	
eine dritte	„	„	3	„	
eine vierte	„	„	15	„	

Bei 7 Blüten von *Ipomaea purpurea* wurde die Krone ebenfalls dicht über dem Kelch abgeschnitten; dieselben wurden dann im Laufe einer Stunde von 4 Hummeln besucht, welche an 2, 4 oder 5 nacheinander sogen.

10 Blütenschöpfe von *Centaurea cyanus*, welche inmitten einer größeren Gruppe von allerhand Varietäten standen, wurden ihrer Randblüten beraubt, aber, trotzdem sie nunmehr abgeblühten Exemplaren glichen, in $1^1/_2$ Stunden 20mal besucht. Die betreffenden Insekten (namentlich *Megachile ericetorum*) gingen, als wenn keine Aenderung vorgenommen wäre, von der unverletzten zu den verstümmelten Blüten über.

Unter 19 Stauden von *Digitalis purpurea* wurden 5 ihrer Kronen beraubt. Diese fünf wurden innerhalb zweier Stunden von 16 Insekten nur umschwärmt, von weiteren 13 ausgesaugt, ein ander Mal von 6 Hummeln, von denen zwei saugten, und ein drittes Mal im Laufe einer Stunde von 4 Hummeln besucht, von denen eine 6, eine andere 9 Blüten nacheinander ausbeutete.

Ein negatives Ergebnis stellte sich allein bei Versuchen mit *Antirrhinum majus* heraus. Die beschnittenen Trauben wurden wohl umschwärmt, aber nicht von einem einzigen Insekt besetzt oder ausgesaugt.

Woher nun diese Abweichung? Die Erklärung ist nach Plateau eine sehr einfache. Bei *Digitalis* z. B. ist die Oeffnung der verstümmelten Krone mehr oder weniger nach unten gerichtet, bei *Antirrhinum* dagegen nach oben. Die Hymenopteren, vorzugsweise Hummeln, welche diese beiden Pflanzen in normalem Zustande durch einen Flug von unten nach oben in Angriff nehmen, gelangen bei *Digitalis* trotz der Abwesenheit der durch die Unterlippe gewährten Stütze dazu, ihren Kopf in die Blumenkrone einzuführen, während sie bei *Antirrhinum* genötigt sein

würden, vorher in der Luft einen Ueberschlag auszuführen; auf solche außerordentliche Bewegungen verzichten sie sicherlich um so lieber, wenn in der Nähe nicht verschnittene Blumen stehen, bei denen ihnen das Saugen mit Leichtigkeit gelingt.

Fassen wir alle Untersuchungen zusammen, so kann kein Zweifel sein, dass die gefärbten Blütenblätter bei der Anlockung der Insekten höchstens eine untergeordnete Rolle spielen.

Was ist es aber dann, was die Insekten anlockt?

Plateau nimmt in Uebereinstimmung mit andern Forschern, namentlich mit Errera und Gevaert[1]) an, es sei der in den Blüten abgesonderte Honig und dessen Duft.

Soll diese Hypothese Anerkennung finden, so muss dreierlei nachgewiesen werden:

1. die Insekten müssen eine völlige Gleichgiltigkeit den verschiedenen Färbungen gegenüber zeigen, welche Blüten derselben Art haben;
2. sie müssen sich ohne Zögern noch bis dahin von ihnen gemiedenen Blumen begeben, wenn dieselben Nektar absondern oder künstlich mit Honig versehen werden, und
3. ihre Besuche auf bis dahin aufgesuchten Blumen einstellen, wenn man diesen ihre Honigbehälter nimmt, und sie wieder aufnehmen, wenn man dann wieder Honig zuführt.

Inbetreff des ersten Punktes besitzen wir bereits einige Beobachtungen. Ch. Darwin[2]) berichtet, wie Hummeln geraden Wegs von einer roten Varietät von *Dictamus fraxinella* nach einer weißen, von einer Abart von *Delphinium consolida* nach einer andern geflogen sind, und erwähnt ähnliche Fälle bei *Primula veris*, *Viola tricolor* und *Papaver*. Hierdurch, meint er, sei klar bewiesen, dass die Farbe der Blumen nicht das einzige sei, was die Insekten anlocke und leite.

Bonnier[3]) hat auf freiem Felde beobachtet, wie die weiße Abart von *Centaurea cyanus* von beinahe ebensoviel Bienen besucht wurde wie die blaue; er hat ferner in einer großen Anzahl von Fällen Hymenopteren ohne Wahl auf weißen und gelben Blumen von *Brassica oleracea* saugen sehen. Es stellte ferner eingehende Versuche mit *Althaea rosea*, *Digitalis purpurea* und *Epilobium spicatum* an. Es wurden z. B. von der ersten Pflanze drei Stöcke mit einfach roten, drei mit weißen und drei mit blassrosa Blumen an vier aufeinanderfolgenden Tagen beobachtet. Fünfzehn Blüten von jeder Sorte waren gezeichnet; als Besucher stellten sich ein: *Apis mellifica*, *Bombus terrestris*, *B. hortorum*: die Zählung ergab, dass diese Insekten keine Auswahl trafen, sich vielmehr unterschiedslos zu den verschiedenen Blumen begaben, welches auch deren Färbung war.

Plateau hat jetzt ein gleiches zur Genüge bei *Dahlia variabilis* und *Scabiosa atropurpurea* feststellen können; wenn einmal eine Farbe bevorzugt wurde, so war das stets bei einer solchen der Fall, die augenblicklich in der Menge der Blüten vorwog. So wurden bei *Scabiosa* an

1) Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs. Bull. de Soc. roy. de bot. de Belg., t. XII (1878).
2) op. cit. p. 416 und 421.
3) op. cit. p. 44/45.

einem Tage, an dem die purpurne Varietät in der Ueberzahl war, mehr Purpurblüten, an einem anderen, an dem die Rosa-Blüten zahlreicher vertreten waren, mehr Rosa-Blüten als andere besucht. Auch bei *Centaurea* wurden die überwiegenden blauen Blumen mehr besucht. Hier bemühte sich Plateau einzelnen Insektenindividuen mit den Augen zu folgen und festzustellen, welche Varietäten sie nacheinander aufsuchten. Es besuchte

eine Biene: blau, purpurn, weiß, blau, blau, blau;
eine zweite: weiß, blau, blau, purpurn, blau, blau, purpurn, blau, purpurn, blau;
eine *Megachile*: weiß, blau, purpurn, weiß;
eine zweite: weiß, blau, blau;
eine dritte: rosa, purpurn, weiß;
eine vierte: blau, rosa, blau, blau.

Es geht hieraus deutlich hervor, wie wenig sich die Insekten gescheut haben, neben den an Zahl überwiegenden blauen Blumen auch die weniger zahlreichen vertretenen auszubeuten (Verhältnis 16 : 14).

Ueber den zweiten Punkt schreibt Ch. Darwin[1]): „Die Sichtbarkeit der Blumenkrone reicht nicht aus, um die wiederholten Besuche von Insekten zu erklären, wenn nicht zu gleicher Zeit Absonderung von Nektar und vielleicht ein Ausströmen von Duft stattfindet. Ich beobachtete 14 Tage lang jeden Tag eine gewisse Zeit hindurch eine Mauer bedeckt mit *Linaria cymbalaria* in voller Blüte und sah niemals eine Biene sich um dieselbe kümmern. Da kam ein sehr heißer Tag, und sofort erschienen mehrere Bienen zur Arbeit auf den Blumen; es scheint ein gewisser Grad von Wärme erforderlich zu sein, wenn die Absonderung von Nektar vor sich gehen soll. . . Dies ist auch der Fall bei *Pedicularis silvatica, Polygala vulgaris, Viola tricolor* und einigen Arten von *Trifolium*. Ich habe diese Blumen Tag für Tag überwacht, ohne eine Biene bei der Arbeit zu sehen, dann waren alle mit einem Male von zahlreichen Individuen besucht. Wie aber entdecken so zahlreiche Bienen plötzlich, dass die Blüten Nektar absondern? Ich nehme an, dass es durch ihr Riechvermögen geschieht".

Auch Bonnier[2]) macht eine hierhergehörige Bemerkung. *Pulmonaria officinalis* wird unter gewöhnlichen Verhältnissen von Hummeln besucht, aber nicht von Bienen, deren Rüssel zu kurz ist, um zum Nektarium gelangen zu können. Als aber recht heiße und sonnige Tage einer langen Reihe von Regentagen folgten, wurde die Menge des abgesonderten Nektars eine so außergewöhnlich große, dass er in zahlreichen Blüten 3—4 mm über den Nektarien stand. Jetzt vermochten auch die Bienen den süßen Saft mit ihrem Rüssel zu erreichen, und in der That stellten sich Bienen in außerordentlicher Anzahl ein.

Auf den Gedanken, Blumen künstlich mit Honig zu versehen, ist zuerst Pérez gekommen[3]).

In herrlich-scharlachrote Blüten von *Pelargonium zonale*, die erfahrungsgemäß von Insekten völlig gemieden werden, brachte er ein wenig Bienenhonig. „Sofort wurden Bienen, welche auf in der Nähe stehenden

1) op. cit. p. 422.
2) op. cit. p. 67.
3) Act. de la Soc. Lin. de Bordeaux, vol. XLVII, série V, t. VII (1894), p. 250/51.

Heliotrop tranken, von dem Geruch des Honigs affiziert, dessen Lage sie auch sehr schnell entdeckten. Ohne die geringste Zögerung stürzten sie sich auf die scharlachroten Blumen, sogen den Honig gierig ein und hörten bis zum Abend nicht auf, eifrig immer wieder zu kommen. . . Sie begaben sich geraden Wegs und selbst von ziemlich weit her nach den betreffenden Blumen hin, ohne den weißen und roten Abarten, die in demselben Beet standen, aber nicht mit Honig versehen waren, die geringste Beachtung zu schenken".

Plateau hat über *Pelargonium* gleichfalls Versuche angestellt, welche die Ergebnisse von Pérez durchaus bestätigen.

Eine größere Anzahl von *Pelargonium*-Pflanzen fassten eine von Bienen und Hummeln besuchtes Beet von Kapuzinerkresse ein. In siebzehn nebeneinander stehende Dolden wurde Honig eingeführt. Während bis dahin auch nicht ein Besuch auf *Pelargonium* stattgefunden hatte, wurde jetzt in einer Stunde deren 8 gezählt. Jedesmal wurde von der betreffenden Biene die Kapuzinerkresse auffällig vernachlässigt, die scharlachrote Blume aber mit Eifer ausgesaugt; die Tiere flogen von Blume zu Blume und blieben auf ihnen oft bis 25 Sekunden sitzen. Wenn ein Insekt so den flüssigen Inhalt einer Blume aufgesogen hatte, so kam es wohl einmal vor, dass es gegen eine nicht mit Honig versehene flog; es beschränkte sich dann aber darauf, rasch um dieselbe herumzufliegen. In keinem Falle setzte es sich auf eine solche Blume.

An einem zweiten Beobachtungstage wurden im ganzen 26 Dolden künstlich mit Honig versehen. Diesmal wurden am Vormittag im Laufe von $^3/_4$ Stunden gezählt: 3 Besuche von Bienen,
5 „ „ Hummeln,
3 „ „ Wespen,
mehrere „ Fliegen
und am Nachmittag innerhalb einer halben Stunde nicht weniger als 28 (18 Bienen, 5 Hummeln, 5 Wespen). Die nicht mit Honig versehenen Blumen wurden auch hier völlig vernachlässigt.

Weitere Versuche Plateau's erstrecken sich auf *Phlox paniculata, Convolvulus sepium* und *Anemone japonica;* dieselben verliefen im Einklang mit den Vorergebnissen.

Convolvulus sepium wird trotz seiner großen weißen Blüten, die sich von dem grünen Blattwerk deutlich abheben, von den meisten Insekten gemieden und vor allem viel weniger besucht als *Convolvulus arvensis* [1]).

Plateau beobachtete eine Pflanze mit einer einzigen Blüte (auf mehr als 20 Meter im Umkreis war damals keine zweite vorhanden); dieselbe wurde nicht von einem einzigen Insekt besucht. Sowie aber ein wenig Honig in den Grund der Krone eingeführt wurde, stellten sich Besucher ein; in 30 Minuten wurden nicht weniger als 29 gezählt. Zuweilen fanden sich vier auf einmal in der Blüte.

Bei *Anemone japonica,* welche trotz ihrer zahlreichen großen und auffälligen Blüten nur von Zweiflüglern (namentlich *Eristalis*) besucht wird, wurden 6 Blumen, welche eine leicht erkennbare Gruppe innerhalb

1) s. a. H. Müller op. cit. S. 424.

23 anderer bildeten, mit Honig versehen. Im Laufe einer Stunde erhielten die 23 Blüten 100 Besuche (vorzugsweise *Eristalis*),
die 6 „ 94 „ (neben *Eristalis* auch andere Arten in verhältnismäßig größerer Anzahl).
Die Besuche stehen zu einander im Verhältnis von $\frac{100}{23} : \frac{94}{6}$, so dass die mit Honig versehenen Blüten im Verhältnis 4mal mehr Besuche erhielten als die anderen.

Die künstliche Einführung von Honig hat also überall den erwarteten Erfolg mit unfehlbarer Sicherheit gebracht.

Die von Plateau inbetreff des 3. Punktes angestellten Versuche sind neu. Sie begegnen großen Schwierigkeiten, da es für gewöhnlich nicht möglich ist, das Nektarium zu entfernen, ohne die Krone auf das einschneidenste zu ändern. Vorläufig fand Plateau nur Kompositen geeignet. Er wählte *Dahlia variabilis* und entfernte bei 8 Körben die Scheibenblüten; die entstehende freie Stelle verdeckte er mit einem kleinen Scheibchen, welches aus einem vergilbten Blatte herausgeschnitten war und nun durch eine feine Nadel befestigt wurde.

Trotzdem nun zahlreiche Insekten *(Bombus, Megachile, Eristalis, Pieris)* die Pflanzen umschwärmten, wurde in $^3/_4$stündiger aufmerksamer Beobachtung nicht ein einziges gesehen, welche sich auf eine der umgeformten, in der Färbung aber von den anderen nicht abweichenden Blumen gesetzt hätte.

Sowie aber die verstümmelten Blumen einen Tropfen Honig erhielten, zögerten die Insekten nicht einen Augenblick mehr mit ihren Besuchen. In $^1/_2$ Stunden wurden auf den 8 Blüten nicht weniger als 41 Insekten (27 *Bombus*, 2 *Megachile*, 12 *Vespa*) gezählt.

Nach zwei Tagen war der Honigvorrat erschöpft, die Besuche hörten damit völlig auf. Sie lebten aber wieder auf, sowie von neuem Honig eingeträufelt wurde. Ja, als das gelbe Teilchen entfernt wurde, und nun in der Mitte der Blüten eine kahle grüne Stelle blieb, kehrten sich die Insekten nicht an den ungewohnten Anblick: In 45 Minuten wurden abermals 41 Besuche gezählt (23 *Bombus*, 5 *Menachile*, 13 *Vespa*), oftmals stritten sich zwei Tiere um dieselbe Blüte, 16mal besuchte ein Individuum 2, 4mal 3 oder 4 der verstümmelten Blüten nach einander.

In glänzender Weise haben sich also die 3 Vermutungen, welche oben ausgesprochen sind, bestätigt: der Nektar ist es, durch den die Blumen Insekten anlocken.

Ueber den 4. noch ausstehenden Teil des Berichtes wird unmittelbar nach seinem Erscheinen berichtet werden. [71]

Tiebe (Stettin).

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. **S. Popoff.**

(Drittes Stück.)

Katzen-Embryo von 12 cm Länge.

Wir wollen zuerst, wie früher, die mit Safranin gefärbten Präparate betrachten. Wir sehen auf der Abb. IV, dass alle Schichten der Kleinhirnrinde sich völlig isoliert haben und die weiße Substanz

vollkommen entwickelt ist. In der äußeren Körnerschicht ist die Zahl der differenzierten Nervenzellen, die den in der vorhergehenden Periode beschriebenen *a* u. *b* Abb. III ähnlich sind, bedeutend gewachsen. Die Größe und Form der Zellen sind äußerst mannigfaltig. Zwischen diesen Zellen sind die dunkler gefärbten Kerne der Neurogliazellen sichtbar. Auf dem linken Teil der Abbildung sieht man den Uebergang dieser Zellen in die molekuläre Schicht. Die von einigen der Zellen abgesandten Fortsätze sind nach dem Centrum der Rinde gerichtet. Einige Zellen tragen 2 Fortsätze, von welchen der eine — nach außen, der andere — nach innen gerichtet ist. Karyokinetischen Figuren begegnet man in dieser Schicht, wie bereits früher erwähnt, nicht selten. Die molekuläre Schicht erscheint undeutlich netzförmig und körnig. Die Körnigkeit wird unserer Meinung nach einerseits dadurch bedingt, dass bei den Schnitten eine Menge protoplasmatischer Fortsätze dieser Schicht in verschiedenen Richtungen durchschnitten wurden, andererseits aller Wahrscheinlichkeit nach auch dadurch, dass die Zwischensubstanz der molekulären Schicht in Folge der Fülle der in sie hereinwachsenden protoplasmatischen Fortsätze, einer bedeutenden Zerstückelung unterworfen wurde. In dieser körnigen Masse kann man deutlich die Anwesenheit von Streifen in den verschiedenen Richtungen bemerken. Am häufigsten begegnet man radiären Streifen. Ueber diese werden wir sogleich bei der Beschreibung der mit Silber imprägnierten Präparate sprechen. Außerdem treffen wir in der molekulären Schicht eine große Anzahl junger Nervenzellen an, die aus der äußeren Körnerschicht übergetreten sind, — analog dem, was wir beim Katzen-Embryo von 8 cm sahen. Bei aufmerksamer Betrachtung der folgenden Schichten, entdecken wir viele verschiedenartige Zellen. Die Purkinje'schen Zellen sind gut charakterisiert, dank dem großen protoplasmatischen Körper, dem es gelungen ist an einigen Stellen sich in Fortsätze auszudehnen. In den anderen Purkinje'schen Zellen sind die äußeren Konturen einfach und ohne protoplasmatische Fortsätze. Neben den soeben beschriebenen Zellen begegnen wir anderen kleinen Nervenzellen, deren Bedeutung uns schwer verständlich wäre, wenn nicht die nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten, parallelen Präparate hinwiesen, dass diese Zellen zu den sich entwickelnden kleinen Zellen der inneren Körnerschicht gehören. Zellen mit dunkel-gefärbten Kernen sind zweifelsohne Neurogliazellen.

Ueber die große Purkinje'sche Zelle liegt schließlich eine andere, die sich an einem Ende in einen horizontal gerichteten Fortsatz ausgedehnt hat. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie — eine Korbzelle ist. Was die Golgi'schen Zellen betrifft, so liegen sie bereits niedriger als die Purkinje'schen Zellen, haben ebenfalls einen großen ovalen Kern und einen großen protoplasmatischen Körper. Weiter folgt die breite innere, aus einer Menge kleiner, runder, ovaler, ziemlich eng

nebeneinander gelegener Nervenzellen bestehende Körnerschicht. In ihren Zwischenräumen ist eine mehr oder weniger homogene, ohne scharfe Grenzen in das Spongium der molekulären Schicht übergehende Zwischensubstanz und besondere, zarte, aus der weißen Substanz nach der Richtung zur molekulären Schicht ausgehende Fäserchen sichtbar. Ueber diese Fasern werden wir bei der Beschreibung der mit Silber imprägnierten Präparate sprechen. Außer den kleinen Zellen begegnet man in dieser Schicht viel größeren Zellen, von welchen die größten wahrscheinlich zu den noch völlig sich entwickelten Golgi'schen Zellen, die anderen aber — zu den kleinen Zellen der inneren Körnerschicht zu rechnen sind. Wie wir schon einmal erwähnten, ist der größere Umfang der jungen Zelle im Vergleich mit der erwachsenen desselben Typus eine der am häufigsten vorkommenden Eigenschaften der embryonalen Zelle. Bei der Betrachtung der von uns untersuchten Zellen, kommt unwillkürlich der Gedanke, differenzieren sich wirklich alle Zellen der Mantelschicht während des embryonalen Lebens in demselben Maße oder bleiben einige in dieser Beziehung von den anderen zurück? Die sehr einfachen Nervenzellen nämlich behalten, wie wir auf der Abbildung sehen, lange Zeit dasselbe äußere Aussehen, welches sie am Anfange ihres Entstehens besaßen. Wir sprechen nicht von den großen Zellen der Rinde und denen, die deutlich den Ausdruck der Differenzierung tragen. Es ist möglich, dass zwischen den Zellen der inneren Körnerschicht auch solche sich finden, die sich entweder garnicht oder nur sehr wenig differenziert haben und in der That begegnen wir in dieser Schicht zweien Zellen, in welchen sich die Kerne im Zustande der Teilung befinden. Augenscheinlich konnte man eine ähnliche Erscheinung in der differenzierten Zelle nicht bemerken und deshalb muss man zugeben, dass einige Zellen der Mantelschicht sich im embryonalen Zustande befinden und mit Hilfe der Kernteilung sich wiederum zu vermehren beginnen, um neues Material für den Bau der Rinde zu schaffen. Alf. Schaper, der ebenfalls diese Frage erwägt, spricht sich ebenfalls in diesem Sinne aus und geht noch sogar in seinen Voraussetzungen ein wenig weiter. Er gibt zu, dass einige Zellen während ihres ganzen Lebens im Organismus als Reserve sich im embryonalen Zustande erhalten, um in der Not für die Regeneration des Gewebes einzutreten. Die Meinung Lahousse's über die Regeneration der Nervenzelle und Faser, wovon wir bereits früher sprachen, kommt dem ebenfalls sehr nahe. Uns erscheint ein ähnliche Schlussfolgerung über die Regeneration der Nervenzelle nach den Daten der embryologischen Untersuchungen ein wenig verfrüht und zwar deshalb, weil wir z. B. in der Rinde des völlig entwickelten Kleinhirns nie Zellen mit deutlich ausgedrückten embryonalen Charakter beobachtet haben. Außerdem begegnen wir hier und da in der inneren Körnerschicht zerstreut Neurogliazellen.

Gehen wir jetzt zur Beschreibung der nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten Objekte über.

In dieser Periode begegnen wir in der Kleinhirnrinde einer solchen Menge eigentümlicher Zellformen, einer solchen Fülle der verschiedenartigsten Fasern, dass wir der deutlichen Schilderung wegen genötigt sind, diese Periode auf 2 Abbildungen (XII u. XIII) darzustellen.

Auf diesen Abbildungen sehen wir, dass die ganze äußere Körnerschicht von fast parallelen, zu einander radiär gelegenen Längsfasern durchsetzt ist, von welchen die einen bis dicht an die äußere Peripherie der Rinde reichen, die anderen auf dieser oder jener Höhe der molekulären Schicht aufhören. Die Herkunft dieser Fasern ist verschieden. Alle Fasern des ersten Typus sind ausnahmlos — Fortsätze der Neurogliazellen, deren Körper entweder in der molekulären oder in der inneren Körnerschicht gelegen sind. Diese Fasern krümmen sich leicht in ihrem Verlaufe, sie sind dick und grob, werden nach außen zu nicht dünner und endigen bald mit großen, ovalen, kegelförmigen, mit der Spitze nach innen gerichteten Verdickungen. Diese Endigungen bilden, indem sie sich dicht aneinander legen, eine besondere Schicht, die leicht mit mit Silber als schwarzer, dünner Streifen imprägniert ist, genannt membrana limitans externa (Gliamembran Gierke [10]), Basalmembran Obersteiner's [36], und eng mit der weichen Gehirnhaut verbunden ist. Auf der Spitze der Windungen liegt die pia mit der m. limitans externa eng der Oberfläche des Kleinhirns an, in der Tiefe der Furchen aber ist sie von der letzteren durch einen lückenhaften Raum, von Gierke und Obersteiner als epicerebraler lymphatischer Raum angesehen, gesondert. Bergmann [3] beobachtete zuerst diese Räume beim neugeborenen Kätzchen und beschrieb sie als eine besondere, mehr oder weniger breite helle, zwischen der pia und der Rinde gelegene Zone. Er wies auch zuerst auf die radiären Fäserchen in dieser Schicht hin, die seiner Meinung nach eine Fortsetzung der mehr groben, sich in der grauen Substanz vorfindenden Fasern sind. Er beobachtete, dass diese Fasern von sich unter einem scharfen Winkel nach außen und nach innen in die Rinde gehende Zweige aussenden; in Folge dessen bildet sich in der grauen Substanz ein dichtes Fasernetz, welches an die radiären Fasern der Netzmembran erinnert. Im Jahre 1871 bestätigte und erweiterte sogar ein wenig Obersteiner [38] die Bergmann'schen Beobachtungen. Er beschrieb im Kleinhirn der Neugeborenen zwischen pia und Rinde eine zarte Membran — Basalmembran — an welche die nach innen in die Rinde gehenden radiären Fasern sich mit breiter Basis befestigen. Die letzteren kommen ungefähr, seiner Meinung nach, bis an die Schicht der Purkinje'schen Zellen und vereinigen sich mit den Fortsätzen der Bindegewebszellen (Neurogliazellen?); er schreibt ihnen die Rolle des Stützgewebes für die graue Rindensubstanz zu. Er beobachte selten, dass die Fasern

Fortsätze abgeben, wie es Bergmann bestätigt. Im Jahre 1885 beschreibt Gierke ebenfalls zwischen der Oberfläche des Kleinhirns und der pia eine Gliamembran, analog der Obersteiner'schen Basalmembran, nur mit dem Unterschiede, dass er die kegelförmigen Verdickungen, mit denen die radiären Fasern endigen, als verhornte pyramidenförmige Zellen ansieht, deren Spitzen nach innen gerichtet sind und sich in einen dicken Fortsatz verlängern. Diese Fasern vereinigen sich in der molekulären Schicht entweder mit den Zellen der Stützsubstanz oder mit dem Netze der Gliafasern, das die Körper der Purkinje'schen Zellen umfasst.

Die späteren Forscher wie Retzius, Ramon y Cajal, Köl liker bestätigten einstimmig die Anwesenheit der radiären Fasern und nannten sie „Bergmann'sche Fasern".

Unsere Beobachtungen nach dieser Richtung bestätigten im Allgemeinen das Obengesagte, doch wir könnten noch auf einige Details dieser Frage hinweisen, die der Beachtung wert sind.

Die Verdickungen, mit denen die Fortsätze der Neurogliazellen endigen, sind sowohl pyramidenförmig wie auch rund und oval. An den Stellen, wo sie isoliert gefärbt sind, sind sie besonders deutlich sichtbar; im entgegengesetzten Falle aber vereinigen sie sich alle in einen ununterbrochenen schwarzen Streifen oder Membran, die fest mit der weichen Gehirnhaut verwachsen ist. Dieser Streifen liegt bald der Rinde unmittelbar an, bald steht er zusammen mit der weichen Hirnhaut von ihr ab. Im letzteren Falle ist der auf diese Weise sich bildende helle Raum zwischen der Kleinhirnoberfläche und dem erwähnten Streifen von kleinen, gut, auf den in Herman'scher Flüssigkeit fixierten Präparaten, sichtbaren Vertikalfasern durchsetzt. Auf den nach der Golgi'schen Methode bearbeiteten Präparaten ist noch deutlicher zu sehen, wie die radiären Fasern, indem sie durch die Dicke der Rinde durchgehen, einzeln aus ihr herauskommen und über der Kleinhirnoberfläche wie Zähne eines Kammes hervorragen. Unter dem Namen „radiäre Fasern" dürfen wir jedoch nicht nur Fortsätze der Neurogliazellen der Rinde verstehen.

Wie beim Katzen-Embryo von 8 cm, so begegnen wir auch hier in der äußeren Körnerschicht epithelioiden Elementen (Abb. XI u. XII) verschiedenartiger Form, die zur äußeren Rindenoberfläche dicke Fortsätze aussenden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch diese Fortsätze an der Bildung der radiären Fasern Teil nehmen. Außerdem bilden sich die radiären Fasern auch auf Kosten der protoplasmatischen Fortsätze der großen Zellen, die aus den tiefen Schichten der Rinde nach außen aufsteigen; bis zur Kleinhirnoberfläche aber nicht kommen. Hierher muss man die sogenannten Kletterfasern, die zuerst in dieser Periode auftreten, rechnen. Im Gegensatz zu den Fasern des ersten Typus, könnte man die soeben beschriebenen mehr kurzen und die

äußere Oberfläche des Kleinhirns nicht erreichende Fasern, als Fasern des „zweiten Typus" benennen.

Auf eine solche Weise können wir die Bergmann'schen Fasern in kurze und lange teilen. Wir müssen hinzufügen, dass nicht alle epithelioiden Elemente der äußeren Körnerschicht mit ihrem langen Durchmesser vertikal liegen; einige von ihnen liegen horizontal und tangential zur Kleinhirnoberfläche. Dementsprechend gehen ihre Fortsätze schief durch und durchkreuzen die vertikalen Fortsätze.

Die Purkinje'schen Zellen sind in dieser Periode nicht mehr von so mannigfaltiger Form wie früher. Sie haben jetzt nur 2 bis 3 Formen, von denen eine durch ihre Häufigkeit und Beständigkeit zur herrschenden wird.

Zur letzten Gruppe gehören die Zellen *a* der Abb. XII u. XIII; als solche erscheint ungefähr die Purkinje'sche Zelle auch beim Schaf- (*a* Abb. IX), beim Hund- (Abb. XXXII) und beim Huhn-Embryo (Abb. XXVIII). Ramon y Cajal [41] bemerkt diese Form auch bei Neugeborenen. Von dem Augenblicke an schließlich, wo die Purkinje'sche Zelle diese Form annimmt, gehen ihre weiteren Veränderungen, wie wir bereits früher erwähnten, nach einem bestimmten Plane vor.

Die Zelle *a* der Abb. XII stellt einen unregelmäßigen, vieleckigen, nach oben breiten und nach unten sich allmählich verengenden Körper vor; ihre ganze Peripherie ist mit kleinen, aber dicken, aus dem Körper der Zelle, vorwiegend aus den Winkeln auslaufenden Fortsätzen versehen. Die nach innen gerichteten Fortsätze sind länger als die seitlichen; zuweilen bemerkt man an ihren Enden Verdickungen. Die nach innen laufenden Fortsätze sind zuweilen sehr zahlreich, so dass die innere Grenze des Zellkörpers völlig verloren geht (*a* Abb. XII und *a* Abb. IX). Man begegnet auch solchen Zellen, die an ihrer ganzen Peripherie mit einer solchen Menge Fortsätzen versehen sind, dass es geradezu unmöglich ist, die Form des Zellkörpers zu bestimmen. Die ganze Zelle stellt nur einen schwarzen Klecks vor.

Auf der Abb. XIII hat die Zelle a_1 in der Form einige Aehnlichkeit mit der nebenan gelegenen Zelle *a*; mit dem Unterschiede aber, dass sie mit ihrem langen Durchmesser horizontal liegt. Sie sendet nach allen Seiten zahlreiche und sich verzweigende Fortsätze aus, von welchen einige mit Verdickungen an ihren Enden in die oberen Teile der inneren Körnerschicht durchdringen. Ueberhaupt übertreffen diese Fortsätze an Größe viele Mal die der Zellen *a* u. a_1 der Abb. XII. Außer ihrer Größe und Lage erinnern diese Zellen durch ihre Form keineswegs die erwachsenen Purkinje'schen Zellen.

Auf demselben Präparate begegnen wir neben der oben beschriebenen Form auch anderen, ein wenig mehr differenzierten Zellenformen (*b* Abb. XII u. XIII). Sie besitzen die Birnform, mit der nach innen gerichteten breiten Basis. Die Zahl der vom Zellkörper auslaufenden

Fortsätze ist bedeutend verringert, deshalb treten ihre Grenzen deutlicher hervor als in den Zellen des ersten Typus. Beachtenswert ist auch der Umstand, dass die dicken Fortsätze an der oberen Peripherie der Zelle durch mehr dünne und regelmäßiger gelegene ersetzt wurden, wodurch eben der Zellkörper einige Aehnlichkeit mit der Form der erwachsenen Zelle annimmt. Den oberen Fortsätzen analog sind auch die seitlichen durch zwei lange, mit Stacheln bedeckte Querfortsätze ersetzt.

Außer den feinen Zweigen geht aus einem Punkte ein Bündel von Zweigen aus, die desselben Charakters wie der Hauptstamm, nur ein wenig dünner sind. Die Zahl der Fortsätze in der unteren Peripherie des Körpers ist ebenfalls bemerkbar weniger; die Zelle *b* der Abb. XIII ist ihrer Form und den anderen soeben beschriebenen Merkmalen nach differenzierter, wie z. B. die Zelle *a* der Abb. XII. Bei sehr genauer Untersuchung über die Art des Verschwindens der „überflüssigen" protoplasmatischen Fortsätze, konnten wir uns überzeugen, dass die letzteren, sobald sie verschwinden müssen, kürzer werden, sich in eine Menge sehr feiner und dünner Fortsätze auflösen und schließlich völlig verschwinden. Ernst Lugaro [30] behauptet, indem er über dasselbe bezüglich der embryonalen kleinen Zellen der inneren Körnerschicht spricht, dass die überflüssigen Fortsätze mit der Zeit dem „rückschreitenden Prozess" anheimfallen.

Der Axenzylinder geht in allen Fällen aus der inneren Zellenperipherie aus; im Vergleich mit den protoplasmatischen Fortsätzen ist er bedeutend dünner und wird häufig durch rosenkranzförmige Verdickungen unterbrochen. Er ist sehr verschiedenen Charakters: es giebt gerade, sich nicht verzweigende Axenzylinder — andere gehen gerade mit einer großen Zahl von Collateralen in die weiße Substanz über und schließlich — sehr lange, die mehr weniger sich wellenförmig krümmen und mit einer großen Zahl von Collateralen. Einige von den letzteren steigen in die molekuläre Schicht auf, wo sie auch, nachdem sie sich in feine Zweige gespaltet haben, endigen (*t* Abb. XIII). Andere bleiben nach Abgabe vieler Zweige in der inneren Körnerschicht und schließlich gehen — die dritten gerade in die weiße Substanz über (*d* Abb. XIII). Beachtenswert ist noch eine Faser dadurch, dass sie allmählich sich erweitert und am Ende eine kegelförmige Verdickung, sogenannte cône de croissance (Ramon y Cajal's) bildet (*c* Abb. XIII). Es ist wahrscheinlich, dass die Länge des Axenzylinders und die Anwesenheit einer großen oder kleinen Zahl von Collateralen mit dem Differenzierungsgrade der Zelle in Zusammenhang steht, d. h. bei der mehr erwachsenen Zelle hat der Axenzylinder eine mehr komplizierte anatomische Struktur als bei den jüngeren; als Beispiele weisen wir auf die Zelle *b* der Abb. XIII und die Zelle *a* der Abb. XII hin. In jedem Falle haben wir zweifelsohne

das Recht zu sagen, dass in dieser Periode die Axenzylinder der Purkinje'schen Zellen länger und reicher an Collateralen sind als beim Katzen-Embryo von 8 cm.

Auf den Abb. XII u. XIII sehen wir die verschiedenartigsten Formen der Golgi'schen Zellen; unter ihnen ist die Zelle *g* Abb. XIII die regelmäßigste und die ein wenig an eine erwachsene erinnert. Sie hat die Form eines mit der Basis nach innen gerichteten und mit der Spitze nach außen sich allmählich verjüngenden Dreiecks. Sie hat sehr symmetrische Seiten und ihre Grenzen treten scharf hervor. Außer den sich verzweigenden äußeren, aus der Spitze der Zelle auslaufenden Fortsätzen, gehen aus ihren Seitenwinkeln ebenfalls mehr oder weniger horizontale, dicke, protoplasmatische Fortsätze aus. Aus der untern Peripherie laufen ebenfalls einige protoplasmatische Fortsätze aus: Die neben ihr gelegene Zelle *g*, erinnert durch ihre Form, obgleich sie von geringerem Durchmesser ist, an eine Golgi'sche Zelle, der man bei jungen Tieren etwa 1—8 Tage nach der Geburt begegnet. Wir haben daher, wie es scheint, das Recht auf diese Zelle wie auf eine mehr differenzierte Bildung, als die anderen Formen, zu sehen. Sie hat die Form eines mehr oder weniger regelmäßigen, mit der Spitze nach außen und mit der flachen Basis nach innen gerichteten Fünfecks. Aus allen Winkeln der Zelle laufen ein oder zwei protoplasmatische Fortsätze aus; außerdem noch aus den Seiten wie auch aus der Basis der Zelle — eine nicht große Zahl von Fortsätzen. Einige von ihnen endigen mit Verdickungen.

Die Zelle *p* muss ihrer Lage und Größe nach zur Kategorie dieser Zellen gerechnet werden. Wir können ihre große Aehnlichkeit mit der Zellenbildung, die wir bei Erwachsenen beobachteten und als Golgi'sche Zelle anerkannten, nicht unerwähnt lassen (*S. g* Abb. XXXVII). Schließlich bemerken wir auf der Abb. XII in den Zellen *g* u. g_1 eine dritte Form der Golgi'schen Zellen, auf die man, wie auf ganz junge Formen, sehen muss. Ihre Axenzylinder nur haben jene anatomischen Besonderheiten, die die erwachsene Golgi'sche Zelle charakterisieren. Durch die verlängerte Form ihres Zellenkörpers erinnern sie keineswegs an die letztere d. h. an die Golgi'sche Zelle. Die Konturen der Zellen sind sehr unregelmäßig und sehr schwer zu beschreiben. Sowohl sie wie auch die andere Zelle sendet nach außen eine große Zahl protoplasmatischer Fortsätze aus. Die Seitenfortsätze sind völlig den soeben in den anderen Zellen beschriebenen analog. Ihre Axenzylinder spalten sich in mehr feine Verzweigungen als die der Zellen *g* u. g_1 der Abb. XIII.

Wir würden kaum Recht haben, wenn wir, ungeachtet der Verschiedenheit der Form der Golgi'schen Zellen des dritten Typus (*g*, g_1 Abb. XII) auf sie, wie auf zufällige Formen sehen würden, da wir uns bei aufmerksamer Betrachtung von der unzweifelhaften Aehn-

lichkeit dieser Zellen mit denselben beim Schaf-Embryo von 14 cm (g Abb. IX und g_1 Abb. X) überzeugen können. Ein solches Zusammentreffen der Konfiguration von Zellenformen bei Embryonen zweier verschiedener Tiere ist sehr lehrreich: dieser Umstand giebt uns die Möglichkeit die Natur einer Zelle zu bestimmen; besäßen wir nicht dieses Kriterium, so wüssten wir nicht, zu welcher Zellenkategorie z. B. die Zelle g, der Abb. X zu rechnen sei, da wir faktisch keinen Grund hätten, sie für eine Golgi'sche Zelle zu halten. Haben wir ein Mal die Natur der Zelle bestimmt, so tritt eine andere Frage in den Vordergrund: auf welche Weise konnte sich die Golgi'sche Zelle in der molekulären Schicht erweisen, sobald sie bei der Erwachsenen in der inneren Körnerschicht liegt. Eine mehr ausführliche Antwort auf diese Frage verlegen wir in das folgende Kapitel, hier sei nur bemerkt, dass wir auf Grund dieses Faktums und anderen zum folgenden Schlusse kommen: die Zelle g, ist aus der äußeren Körnerschicht entstanden. Auf eine solche Weise erweitern wir unsere Vorstellung über die Rolle dieser Schicht. Wir werden öfter die Gelegenheit haben, auf die Aehnlichkeit gleichnamiger embryonaler Zellen bei verschiedenen Tierarten hinzuweisen (z. B. die Purkinje'schen Zellen der Abb. XXVIII, XII u. XXXII; die jungen Zellen der inneren Körnerschicht in der Abb. XII u. XXIX). Auf dieses Merkmal hin, haben wir die Zellen q u. p der Abb. XI zu derselben Zellenkategorie wie g u. g_1 der Abb. XII gerechnet. Dasselbe veranlasste uns die Zellen e u. e_1 der Abb. IX u. X für Golgi'sche zu halten. Wir könnten noch viele solcher Beispiele anführen. Aus dem eben Gesagten ist deutlich zu ersehen, dass, wenn für die Purkinje'sche Zelle in dieser Periode bereits der Zeitpunkt da ist, wo ihre Form zu einer beständigen wird, für die Golgi'sche Zelle dieser Zeitpunkt noch nicht eingetreten ist.

Wie verschiedenartig jedoch die Formen der embryonalen Golgischen Zellen auch sein mögen, so können wir dennoch einige allgemeine Merkmale in ihnen konstatieren: sie haben sehr lange protoplasmatische Fortsätze. Die einen von ihnen endigen fast auf der äußeren Kleinhirnoberfläche, die anderen — in der Mitte der äußeren Körnerschicht und schließlich die dritten — an der inneren Grenze des letzteren. Es ist selbstverständlich, dass es auch andere — mehr kurze Fortsätze giebt, die jedoch in den äußeren Teilen der molekulären Schicht sichtbar sind. Zuweilen hat die embryonale Zelle der Kleinhirnrinde nicht solche lange protoplasmatische Fortsätze wie die Golgi'sche Zelle. Wie wir bei der weiteren Beschreibung sehen werden, behält die Zelle diese Eigenschaft sehr lange — fast bis zu ihrer völligen Differenzierung. Was den Axenzylinder der Golgi'schen Zelle betrifft, so trägt er sein ihm eigenartiges Gepräge. Sein Auseinanderfallen in feine Zweige ist im größten Teile der Fälle leicht zu be-

obachten. Diese Verzweigungen fürwahr sind lange nicht so reich wie in den späteren Perioden, trotzdem kann man an ihnen die Golgi'sche Zelle erkennen. Die größte Zahl von Fortsätzen giebt der Axenzylinder an seinem Ende ab, an welchem auch öfter rosenkranzförmige Verdickungen zu bemerken sind.

Wir wollen noch auf eine Eigenheit hinweisen; in der Zelle *g* der Abb. XIII geht der Axenzylinder nämlich nicht aus dem Körper der Zelle, sondern aus dem dicken protoplasmatischen Fortsatze aus — auf diesen Umstand haben viel Gelehrte, bezüglich der jungen Zellen überhaupt, bereits hingewiesen.

Die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht.

In dieser Periode treten diese Zellen nach der Golgi'schen Methode zuerst imprägniert auf. Sie besitzen nicht diese Verschiedenheit der Form, die wir bei den Purkinje'schen und Golgi'schen Zellen beschrieben. Ihr Körper ist stets rund, die dreieckige Form des Körpers stellt eine große Seltenheit vor. Eine jede Zelle jedoch ist dank der Verteilung ihrer Fortsätze, sehr individuell. In dieser Beziehung kann man diese Zelle in 2 Typen trennen. Zum ersten Typus gehören die Zellen, die einen dicken inneren, sehr häufig auf ihrem Wege durch mehr oder weniger große rosenkranzförmige Verdickungen unterbrochenen Fortsatz haben (*k* Abb. XII). Häufig schickt er verzweigende Fortsätze aus, die Stelle ihres Ausgangs entspricht nicht immer den soeben genannten Verdickungen (k_1 Abb. XII). In diesen Verzweigungen können wir eine gewisse Ordnung der Verteilung nicht konstatieren und deshalb besprechen wir sie nicht besonders. Einen Begriff davon können wir uns durch die Abb. XII machen. Zu dem 2. Typus gehören die Zellen, die diesen dicken Fortsatz nicht besitzen. Die Länge und das Aussehen ihrer Fortsätze ist mehr oder weniger eine gleiche und so verteilt, dass sie der Zelle das Aussehen eines Sternes verleihen (*o* Abb. XII). Die Seitenfortsätze der Zellen sowohl des ersten als auch des zweiten Typus sind einander sehr ähnlich; sie haben alle ein wellenförmiges Aussehen, die einen von ihnen verzweigen sich, die anderen nicht. In einigen Fällen geht von der Zelle nach innen ein dicker Fortsatz aus, der sogleich in untergeordnete feine Zweige zerfällt (*h* Abb. XI). Neben solchen Zellen begegnen wir auch mehr einfachen Formen mit sehr wenigen Fortsätzen. Die Figur *q* in der Abbildung XII besitzt zwei Fortsätze, von denen der obere einen langen, parallel der Kleinhirnoberfläche gehenden Zweig ausschickt. Die Figur *c* stellt eine ebensolche bipolare Zelle vor, die fast in der Dicke der weißen Substanz liegt und außer den zwei horizontalen Fortsätzen, einen Axenzylinder nach oben abgiebt. Alle obengenannten Zellenformen liegen in der inneren Körnerschicht, analogen Bildungen aber begegnen wir auch in der molekulären Schicht.

Figur k_2 in der Abbildung XII ist eine bipolare Zelle mit einem dicken inneren Fortsatz; von ihrem Körper beginnen nach allen Seiten kurze und zarte Fortsätze abzugehen. In Figur *d* sehen wir eine Körnerzelle des zweiten Typus, da sie keinen dicken Fortsatz besitzt. Im größten Teile der Fälle wendet sich der letztere vertikal zur weißen Substanz, zuweilen aber krümmt er sich bogenförmig und nimmt eine horizontale Richtung ein.

Bezüglich des Axenzylinders dieser Zellen können wir folgende Besonderheiten konstatieren. Ihr größter Teil geht von dem Zellkörper aus, nur einige von den protoplasmatischen Fortsätzen. Bei den tiefer in der Rinde gelegenen Zellen ist der Axenzylinder dünner und sein Verlauf weniger wellenförmig als bei den mehr oberflächlich gelegenen. Fast alle Axenzylinder gehen bis zur Mitte der äußeren Körnerschicht, nur einige wenige endigen in der molekulären Schicht. Der Axenzylinder ändert zuweilen seine Richtung; wir konnten solches nur ein Mal in der inneren Körnerschicht beobachten (*S. q* Abb. XII).

Auf den Querschnitten sieht man, dass in dieser Periode das Spalten des Axenzylinders in zwei horizontale Zweige in der molekulären Schicht in sehr begrenztem Maße vor sich geht. Es gelang uns nur ein Mal in dieser Periode eine Körnerzelle zu beobachten, deren Axenzylinder sogleich nach seinem Abgange sich in zwei, fast parallel nach oben gehende Zweigchen spaltete (*S* k_1 Abb. XIII). Eines von ihnen sendet Seitenfortsätze aus. Diese Zelle ist mehr differenziert als die soeben beschriebenen, d. h. sie ist von polygonaler Form wie eine erwachsene Zelle. Ihr embryonaler Charakter äußert sich in der Menge der kleinen, vom Zellkörper abgehenden Fortsätze. Aus diesen Auseinandersetzungen sehen wir also, dass die Form der jungen Zellen der inneren Körnerschicht von der einfachen bipolaren bis zur komplizierten — multipolaren variiert.

Gehen wir jetzt zur Beschreibung der vertikalen bipolaren Bildungen über, die wir in der äußeren Körnerschicht antreffen und die, wie wir weiter sehen werden, mit den soeben beschriebenen Zellen der inneren Körnerschicht verwandt sind. Diesen Zellen begegnen wir in den äußeren Teilen der genannten Schicht selten, sondern größtenteils liegen sie an ihrer inneren Peripherie, die gewöhnlich der Zellenkörper einnimmt. Auf den mit Silber gelungen imprägnierten Stellen liegen sie in einer ganzen Reihe nebeneinander; oft gehen zwischen ihnen die vertikalen Fasern der angehörigen Neurogliazellen (k_1 Abb. XII) nach außen durch. Von dem Körper einer jeden bipolaren Zelle geht nach oben ein fast parallel den soeben beschriebenen Fasern verlaufender, dünner Fortsatz ab. Auf eine solche Weise sieht die ganze äußere Körnerschicht wie durchschnitten von häufigen vertikalen Balken aus. Außerdem sendet noch eine jede Zelle einen Fortsatz nach unten ab. Die Neurogliafasern sind gerader als der genannte Fortsatz.

Solchen bipolaren Zellen begegnet man in der molekulären Schicht, in der Schicht der Purkinje'schen Zellen, ja sogar, wie bereits früher erwähnt, auch in der Körnerschicht. Wir sehen nämlich bei aufmerksamer Betrachtung, dass je tiefer in der Rinde die bipolare Zelle liegt, desto größer ihr Körper und desto dünner ihr oberer Fortsatz wird. Die vorherrschende Form des Zellkörpers ist — die runde oder ovale; der größte Teil dieser Elemente sendet nach unten einen dickeren Fortsatz als nach oben ab.

Außerdem sehen wir in der äußeren Körnerschicht dieselben Bildungen wie bei dem Katzen-Embryo von 8 cm, d. h. kleine Körperchen mit einem Fortsatze zur Kleinhirnoberfläche.

Wir werden sogleich sehen, wie die bipolare Zelle nach allmählicher Veränderung in die kleine Zelle der inneren Körnerschicht übergeht. Die Anwesenheit sowohl dieser wie jener auf einem und demselben Objekte (Abb. XII) weist uns darauf hin, dass ihr Differenzierungsprozess in einer kürzeren Zeit vor sich geht, als wir dieses an den großen Zellen der Rinde sahen.

Es versteht sich von selbst, dass eine solche Erwägung nur in dem Falle begründet ist, wenn man zugiebt, dass die bipolaren Zellen in dieser Periode die einfachsten Formen der von uns betrachteten Zellen bilden — mit anderen Worten, dass die letzteren aus den ersteren entstehen. Wenn wir den Prozess des embryonalen Lebens als einen immer fortschreitenden Prozess betrachten, so ist es verständlich, dass unsere Schlüsse über den Uebergang einer zelligen Form in eine andere auf eine unbedingte Genauigkeit nicht Anspruch machen können, da wir nur für ein gewisses Stadium die Anwesenheit dieser oder jener Zellenform, ihr äußeres Aussehen, ihre Lage u. s. w. konstatieren können; keineswegs aber haben wir, vom Standpunkte der strengen Objektivität, das Recht zu behaupten, dass eine solche Zelle z. B. eben aus dieser (gewissen) Zelle entstanden ist aber nicht von jener, solange wir nicht den Uebergangsprozess selbst beobachtet haben. —

Wenn wir auch im Prinzip Recht hätten, so kommen wir bei aufmerksamer Betrachtung der Objekte in dem größten Teile der Fälle solche allgemeine Merkmale finden, die uns veranlassen zu den oder jenen Schlüssen zu kommen. Erläutern wir das Gesagte:

Beim Katzen-Embryo von 8 cm begegneten wir in der äußeren Körnerschicht Bildungen, die bereits Ramon y Cajal [40] bei Neugeborenen beobachtete und sie unter dem Namen „epithelioide Elemente" beschrieb. Sie liegen alle in der Mitte der genannten Schicht, sind verschieden geformt und geben einen Fortsatz zur äußeren Kleinhirnoberfläche ab. Denselben Bildungen begegneten wir in derselben Schicht beim Katzen-Embryo von 12 cm, einige Veränderungen sind aber bereits in ihnen vorgegangen: der Körper der Zelle ist stets rund

oder oval. Er liegt nicht in der Mitte der Schicht, sondern an ihrer inneren Grenze oder in der molekulären Schicht. Ihre oberen Fortsätze wurden ein wenig dünner und wellenförmig, also nicht gerade wie in der vorhergehenden Periode. Viele Zellen senden nach unten einen dickeren Fortsatz ab, als der obere. Die so gebildeten bipolaren Zellen treffen wir weiter auch in der Höhe, wo die Purkinje'schen Zellen gelagert sind. Hier wurde ihr Körper größer, der untere Fortsatz dicker, der obere aber noch dünner. Schließlich beobachten wir in der molekulären Schicht eine Zelle, die bei Aufrechterhaltung aller Attribute der obenbeschriebenen bipolaren Zelle, kurze oder lange, aus dem Zellkörper ausgehende Fortsätze hat. Auf eine solche Weise nähern wir uns allmählich der Form, die wir für die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht als charakteristisch halten.

Stellen wir uns etwa diese Zellen ohne die kleinen Fortsätze, die der Zellenkörper ausschickt, vor, so haben wir dann eine gewöhnliche bipolare Zelle mit zwei Fortsätzen, von welchen der obere dünn, der untere dick ist. Auf solchem Wege kommen wir zu dem Schlusse, dass die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht aus den epithelioiden Elementen entstehen.

Bei Untersuchung der Hühner-Embryonen (s. Abb. XXIX), überzeugen wir uns, dass bei ihnen sich dasselbe wiederholt, was wir bei den Katzen-Embryonen beobachteten. Dieselben bipolaren Zellen, die allmählich ihr Aussehen, je näher sie dem Rindenzentrum liegen, ändern, bis sie die kleine Zelle der inneren Körnerschicht bilden. Der untere dicke Fortsatz ist hier ebenfalls wie dort bemerkbar. Wir führen als Beispiel absichtlich die Hühner-Embryonen an, um zu beweisen, dass die histogenetischen Prozesse bei völlig verschiedenartigen Tieren identisch vor sich gehen.

Auf eine solche Weise begegnen wir hier einer interessanten embryologischen Erscheinung: die äußere Körnerschicht erzeugt ähnlich der Keimschicht, Elemente, die nach allmählicher Veränderung ihrer Form, sich in spezielle Nervenzellen verwandeln.

Wenden wir uns jetzt zu den litterarischen Hinweisungen.

Ramon y Cajal [40] gelang es zuerst, die Elemente der äußeren Körnerschicht bei neugeborenen Tieren mit Silber zu imprägnieren; gleichzeitig sei hier bemerkt, dass er ein Jahr früher bereits versuchte, diese Elemente zu imprägnieren, doch erfolglos. Erst im Jahre 1890 gaben seine Untersuchungen befriedigendere Resultate, die sich im Folgenden äußerten. Die äußere Körnerschicht besteht seiner Meinung nach, aus zwei Schichten: a) einer oberflächlichen Schicht oder Schicht epithelioider Zellen, b) einer tiefen Schicht oder Schicht horizontaler Zellen. Die erste Schicht imprägniert sich schwer mit Silber und häufig sehr ungenau. Falls die Imprägnierung gelingt, so stellen ihre Zellen Körperchen von sphärischer Form vor, die mit einem dicken

und kurzen, zuweilen die Kleinhirnoberfläche erreichenden Fortsatz versehen sind. Ueber das weitere Schicksal dieser Zellen entschließt sich der Autor nicht in Anbetracht der Schwierigkeit, ja sogar der Unmöglichkeit (de la quasi impossibilité . . .) sie nach der Golgi'schen Methode genau zu imprägnieren, ein bestimmtes Urteil zu fällen. Die zweite Schicht bildet sich aus bipolaren, eiförmigen mit den langen Durchmesser quer gelegenen Zellen. Sie besitzen zwei Fortsätze, die aus den beiden Polen auslaufen und in großer Ausdehnung parallel der Richtung der Windungen sich fortsetzen. Diese Fortsätze sind ungleich: der eine ist dick und kurz und ähnelt einem protoplasmatischen Fortsatz, der andere zart (. . . délicate . . .) und dünn, behält diese Eigenschaft während seiner ganzen Ausdehnung und endigt, ohne sich zu verzweigen.

Der protoplasmatische Fortsatz sendet häufig untergeordnete Zweige ab. Die mehr tief gelegenen Zellen schicken zuweilen ein protoplasmatisches, in die molekuläre Schicht eindringendes und auch dort endigendes Anhängsel (. . . appendice . . .) aus.

Schließlich beschreibt der Autor eine dritte Form bipolarer Zellen, die vertikal auf verschiedener Höhe in der Dicke der molekulären Schicht und in den äußeren Teilen der inneren Körnerschicht gelegen sind. Der Körper der Zelle ist spindelförmig und enthält einen eiförmigen Kern. Der nach unten absteigende Fortsatz ist dick und erinnert an einen protoplasmatischen; der nach oben aufsteigende ist dünn und wird vom Autor als ein nervöser, Deiters'scher Fortsatz betrachtet. Dieser Fortsatz spaltet sich fast unter einem geraden Winkel, sobald er bis zur äußeren Körnerschicht gelangt, in zwei, den Windungen parallele, lange Fäden. Die bipolaren Körperchen der molekulären Schicht haben, wie man aus der Beschreibung ersieht, Axenzylinder mit denselben anatomischen Eigenschaften, wie die Zellen der inneren Körnerschicht. Die Lage dieser Körperchen aber, ihr spindelförmiges Aussehen und schließlich die Abwesenheit von Uebergangsformen zu den Körnern der inneren Körnerschicht geben uns nicht das Recht, meint der Autor, diese Körperchen, wie eine Varietät (. . . variété . . .) der Körner anzusehen; um so mehr noch, als die Körner, wann die bipolare Zelle auftritt, sich bereits völlig gebildet haben.

In einer anderen Abhandlung [41] kehrt der Autor wiederum zur Frage über die Bedeutung der Körperchen der ersten Schicht in der äußeren Körnerschicht zurück. Ramon y Cajal spricht, ausgehend von dem allgemein bekannten Faktum, dass im Verhältnis mit dem Schwinden der Körperchen der äußeren Körnerschicht, die molekuläre Schicht breiter wird, die Vermutung aus, dass diese Elemente mit der Zeit sich in die kleinen sternförmigen Zellen der molekulären Schicht, die man bei Erwachsenen beobachtet, verwandeln. Den Zellenüber-

gang selbst aus der äußeren Körnerschicht in die molekuläre Schicht erklärt der Autor dadurch, dass die Körner, sobald die molekuläre Schicht breiter wird, allmählich sich in sie versenken und dort sich in größerer oder kleinerer Entfernung voneinander verteilen. Es liegt keine Notwendigkeit vor, setzt er fort, einen nachfolgenden Untergang dieser Körperchen oder ihre Resorption vorauszusetzen. Es liegt hier — bloß eine einfache Dislokation derselben aus einer Schicht in eine andere und die Evolution in wahre Nervenzellen vor.

Hinsichtlich des Gesagten wollen wir unsererseits einige Bemerkungen machen: a) die epithelioiden Elemente oder die Körperchen der ersten Schicht imprägnieren sich zuerst mit Silber bedeutend früher, als dieses Ramon y Cajal beschreibt, und zwar beim Katzen-Embryo von 8 cm; b) die horizontalen bipolaren Zellen treten, wenn auch in geringer Zahl[1]), ebenfalls bei den Embryonen bereits im intrauterinen Leben auf; der protoplasmatische Fortsatz gibt noch keine Zweige ab; c) die Bedeutung der vertikalen bipolaren Zellen haben wir, scheint es uns, als Elemente, die sich in die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht zu verwandeln haben, deutlich genug illustriert. Andererseits unterliegt, scheint es uns, ihr Zusammenhang mit den epithelioiden Elementen, als ihr Prototyp, keinem Zweifel. Wir müssen nicht so verstanden werden, dass alle Zellen der äußeren Körnerschicht nur eine solche Umwandlung erleiden; wie wir weiter sehen werden, tritt diese Schicht auch als Bildungsquelle anderer Elemente auf; d) der Umstand, dass Ramon y Cajal sich nicht entschließt, die Zellen der inneren Körnerschicht von den vertikalen bipolaren Zellen abzuleiten, erklärt sich dadurch, dass er solche Objekte der Entwicklungsstadien (neugeborenes Tier) wählte, wo diese Verwandlung bereits fast völlig beendet war; e) wir teilen die Ansicht des Gelehrten, dass die Körperchen dieser Schicht sich in die kleinen, sternförmigen Zellen der molekulären Schicht verwandeln (davon sprechen wir noch später), doch keineswegs können wir dieses auf alle Körperchen beziehen. Erstens ist der Unterschied in der Anzahl dieser Körperchen und der sternförmigen Zellen sehr augenscheinlich (von den letzteren sind in der molekulären Schicht äußerst wenige) und zweitens entwickeln sich diese Zellen nach unseren Untersuchungen als die letzten, sobald die äußere Körnerschicht deutlich abnimmt, die molekuläre Schicht aber an Breite zugenommen hat.

Gleichzeitig wollen wir noch hinzufügen, dass nach der Meinung Schwalbe's [57], die Zellen der äußeren Körnerschicht zur Bildung der radiären Fasern oder der retikulären Substanz, die die Basis der

1) Da wir diese Elemente möglichst genau bei Neugeborenen betrachten werden, so hielten wir es für unnötig sie für diese Periode besonders abzubilden und begnügen uns hier nur mit ihrer Erwähnung.

molekulären Schicht der Rinde ausmacht, dienen. Nach der Meinung Obersteiner's [37] bilden diese Elemente die Basalmembran, die die Kleinhirnoberfläche bedeckt.

(Viertes Stück folgt.)

Biologische Arbeiten über Osmose und Dissoziation.

Die außerordentlich zahlreichen und interessanten Ergebnisse, zu denen die Arbeiten der letzten zehn Jahre auf dem Gebiete der physikalischen Chemie geführt haben, kommen jetzt allmählich auch den biologischen Wissenschaften zu gute. Es sind vor Allem die Theorie der Lösungen von van t'Hoff und die Theorie der elektrischen Dissoziation von Arrhenius, die von größtem Wert für die Deutung physiologischer Vorgänge zu werden versprechen. Allerdings sind die zu überwindenden Schwierigkeiten sehr groß, einmal wegen der Kompliziertheit der im Organismus gegebenen Verhältnisse und dann wegen der noch ganz im Werden begriffenen Methodik. Was zunächst diese anlangt, so kommen wenigstens für die biologische Forschung die ersten Anordnungen zur Bestimmung des osmotischen Drucks, die Traube'schen Niederschlagsmembranen, auch in ihrer weit vollkommneren Ausbildung als Pfeffer'sche Zellen kaum in Betracht. Es sind hauptsächlich die plasmolytische Methode von de Vries und die Blutkörperchen-Methode von Hamburger, mit denen der Biologe die osmotischen Verhältnisse von Zellen und Gewebsflüssigkeiten der organischen Wesen zu bestimmen pflegt. In manchen Fällen, besonders zur Kontrole der mit diesen Methoden erhaltenen Resultate, kommt auch die Gefrierpunktsmethode in Anwendung, aber selten, wohl hauptsächlich wegen ihrer Langwierigkeit und wegen der größeren technischen Anforderungen. Dass von der Siedepunktsbestimmung kein Gebrauch gemacht wird, ist nicht weiter verwunderlich bei Versuchen an organischen Flüssigkeiten, die meist eiweißhaltig sind. Eine brauchbare Methode nun aber für biologische Versuche vorausgesetzt, so sind die Schwierigkeiten, die bei Lösung biologischer Fragen zu überwinden sind, doch noch ganz erheblich im Vergleich zu denen, die dem Chemiker sich entgegenstellen. Denn einmal sind die Versuchsobjekte sehr kompliziert — um Lösungen einer einzigen Verbindung handelt es sich z. B. in einer organischen Flüssigkeit nie — und zweitens sind die Objekte sehr veränderlich und hinfällig.

Die ersten Versuche am lebenden Material zur Entscheidung von Fragen über Osmose und osmotischen Druck sind von Naegeli und Pfeffer gemacht. Ihre Objekte waren Pflanzenzellen, und bei Untersuchungen an Zellen sind bisher meistens nur diese gebraucht worden. Der Grund dafür liegt nahe. Handelt es sich um die Bestimmung des osmotischen Drucks, so hat man mit Hilfe verschieden starker Lösungen einer einzigen, chemisch reinen Substanz, die entweder nicht dissoziiert oder deren Dissoziationsgrad bekannt ist, auszuprobieren, welche von ihnen mit dem Zellinhalt isotonisch ist, welche von ihnen also der Zelle kein Lösungsmittel — das ist in unseren Fällen Wasser — abgibt oder entzieht. Nun ist aber schwer zu erkennen, ob das Protoplasma gerade etwas quillt oder etwas schrumpft, solange wir kein Vergleichsobjekt daneben haben. Dies wird nun bei den Pflanzen durch die für die Lösungen durchgängige Zellmembran gebildet, von der sich das Protoplasma abheben kann, sobald

es schrumpft (Plasmolyse); sie fehlt der tierischen Zelle, und das ist der Grund, warum Untersuchungen dieser Art sich bisher meist auf die verschiedenen Pflanzenzellen beschränkten, mit Ausnahme einer einzigen tierischen Zellart; das sind die roten Blutkörperchen. An ihnen wird nach Hamburger's Angaben die Hypisotonie einer Lösung am Austritt von Hämoglobin aus den Körperchen erkannt. (Indessen beweist das Nichtaustreten von Hämoglobin noch nicht die Isotonie der Lösung.) Neuerdings sind nun aber auch an anderen tierischen Zellen Versuche angestellt, u. A. von Overton, und seine Ergebnisse wurden in zwei Arbeiten veröffentlicht, die sich überhaupt mit verschiedenen wichtigen Fragen beschäftigen und zu ihrer Beantwortung neue Wege weisen. Darum ist ein eingehender Bericht wohl von Interesse.

Overton[1]) hat zahlreiche, besonders pharmakologisch und toxikologisch wichtige Verbindungen hinsichtlich ihres Vermögens, in das Zellprotoplasma einzudringen, untersucht und ist dabei zu folgenden Resultaten gekommen: Im Allgemeinen ist das Protoplasma durchgängig für alle neutralen flüssigen Körper in wässeriger Lösung, die Durchgängigkeit nimmt ab mit der Anhäufung aktiver Atomgruppen im Molekül und mit der Zunahme des spezifischen Gewichts. Alle leicht dissoziierbaren Verbindungen, also fast alle anorganischen Salze, Säuren und Basen dringen nicht ein. Am stärksten wird die Durchgängkeit behindert durch die Anwesenheit einer Amidosäuregruppe im Molekül, demnächst durch eine Carboxyl- oder Säureamidgruppe; ziemlich wenig verzögern Alkoholhydroxyle den Durchtritt, doch umsomehr, in je größerer Anzahl sie im Molekül enthalten sind. Am wenigsten verzögert die Aldehydgruppe.

Das sind die Resultate, von rein theoretisch-chemischen Gesichtspunkten aus betrachtet. Klassifiziert man jedoch nach praktisch-pharmakologischen Gesichtspunkten, so findet man, dass die wichtigen Gruppen der Narcotica und der Alkaloide fast ausnahmslos schnell in die Zellen eindringen und demnach schnell ihre Wirksamkeit geltend machen können. Es bestehen indessen vielfache Unterschiede; so dringt Morphin langsamer ein als sein Methoxylderivat Codein, dieses wieder langsamer als das noch einmal methoxylierte Derivat Thebain. Besonders schnell passieren Atropin, Strychnin und Brucin die Protoplasmagrenzschicht, auch Cocain.

Was die Methodik anlangt, die Overton zu diesen Resultaten geführt hat, so ist zu sagen, dass auch er meist mit Pflanzenzellen arbeitete, und zwar stellte er sich eine „plasmolytische Grenzlösung" (de Vries) aus einem Nichtleiter her (er verwendete dazu den Rohrzucker) und prüfte mit der aequimolekularen Lösung des zu bestimmenden Stoffes, ob und wie schnell Plasmolyse eintrat. Wirkte der Stoff schädlich oder tötend auf das Protoplasma ein, so wurde er mit der Lösung eines indifferenten Stoffes, deren Konzentration bekannt war, bis zur Unschädlichkeit verdünnt. Da der gesamte osmotische Druck einer Lösung von mehreren Stoffen gleich der Summe der osmotischen Partialdrucke ist, so konnten auf diese Weise auch die in konzentrierteren Lösungen schädlichen Stoffe

1) Overton, Ueber die osmot. Eigenschaften der lebenden Pflanzen- und Tierzelle. Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellschaft in Zürich, 1895.
Derselbe, Ueber die osmot. Eigenschaften der Zelle in ihrer Bedeutung für die Toxikologie und Pharmakologie. Zeitschrift f. physikal. Chemie, XXII, 2, 1897.

hinsichtlich ihres Verhaltens gegen das Zellprotoplasma bestimmt werden. Um sich dagegen zu schützen, dass eine chemische Verbindung des Protoplasmas mit dem zu prüfenden Stoffe ein osmotisches Eindringen vortäuschen könnte, wurde stets untersucht, ob der Stoff ebenso leicht aus der Zelle exosmiert, wie er in sie eindringt.

Wie der Verfasser den osmotischen Druck tierischer Zellen bestimmte, deutet er vorläufig nur an und verweist auf einen demnächst erscheinenden ausführlichen Bericht über seine Versuche. Er bestimmte den Wassergehalt der Gewebe, indem er von der natürlichen Voraussetzung ausging, dass in isotonischen Lösungen der Wassergehalt gleich bleiben, in hyperisotonischen abnehmen muss, wenn der gelöste Stoff nicht in das Protoplasma eindringt.

Es kam noch eine zweite Methode in Anwendung, um die Schnelligkeit des Eindringens von Stoffen in die Zelle zu messen; sie gründet sich auf den Gerbstoffgehalt vieler Pflanzenzellen und auf die Fähigkeit vieler arzneilicher Stoffe, mit der Gerbsäure Niederschläge zu bilden. Diese chemischen Prozesse sind in ihrer Bedeutung für osmotische Fragen wohl zu unterscheiden von solchen, wie sie z. B. durch stärkere Säuren hervorgerufen werden. Die Bildung der gerbsauren Salze schädigt keineswegs die Protoplasten, und bringt man die Zelle, in der sich eine Verbindung des gelösten Stoffes mit der Gerbsäure gebildet hat, in eine ganz dünne Lösung des Stoffes oder in reines Wasser, so sieht man, wie der Niederschlag infolge von hydrolytischer Dissoziation allmählich wieder verschwindet und die Zellen lebenskräftig, unverändert und ungeschädigt, zurücklässt. Es zeigte sich nun unter Anderen, dass manche Stoffe, wie Ammoniaksalze, primäre, sekundäre und tertiäre Amine Niederschläge geben, aber deutlich Plasmolyse verursachen; eine der beiden Methoden schien also im Stich zu lassen. Indessen ergab sich eine ganz geringe Dissoziation des untersuchten Stoffes im Lösungsmittel als Grund hierfür. Die Dissoziation war nicht groß genug, um bei Bestimmung der plasmolytischen Grenzlösung in die Augen zu fallen, wohl aber konnten die weniger freien Jonen, die im Gegensatz zu den undissoziierten Molekülen in die Zellen einzudringen vermochten, dort Gerbsäureniederschläge bilden. Wurde daher durch Zusatz des einen Jons zu der Lösung die Dissoziation herabgesetzt, so entstand nun auch kein Niederschlag mehr. Diese Versuchsmethode ermöglicht es also, den Dissoziationsgrad mancher Körper zu bestimmen.

Auch die übrigen Ergebnisse der Overton'schen Arbeit lassen sich noch in manch anderer Hinsicht zur Beantwortung interessanter Fragen ausnutzen. Overton gibt z. B. an, dass die verschiedenen Protoplasmen je nach ihrem Differenzierungsgrad verschieden empfindlich gegen in sie eindringende gelöste Stoffe sind; so werden Sperma und Furchungskugeln viel weniger durch Alkohol- oder Glyzerinlösungen geschädigt als Ganglienzellen. Ferner lässt sich durch Einbringen von Pflanzenzellen in Lösungen von einem Stoff, der nur langsam in das Protoplasma eindringt (also auch langsam aus ihm herausgeht) die Festigkeit der Zellmembran bestimmen, denn bringt man solch eine Zelle, die sich allmählich mit der Lösung getränkt hat, plötzlich in das reine Lösungsmittel, so kann der kolossal hohe osmotische Druck in der Zelle, der sich nicht rasch genug gegen das reine Lösungsmittel ausgleichen kann, die Membran sprengen.

Alle diese Vorgänge sind rein passiver Natur, eine besondere Protoplasmathätigkeit bildet nicht ihre Voraussetzung. Indessen reicht, wie es scheint, für andere Verhältnisse, die auf die Verteilung der Moleküle Bezug haben, die Erklärung mit Osmose und Diffusion nicht aus. Der Gehalt der Muskeln an Kaliumsalzen gegenüber dem Gehalt des umgebenden Serums an Natrium, der hohe Prozentgehalt an Harnstoff im Harn gegenüber dem niedrigen Harnstoffgehalt des Blutes, aus dem der Harn sich bildet, die Wahlwirkung der Arzneimittel auf bestimmte Gewebe trotz Einverleibung in den Kreislauf bleiben noch unerklärt. Um solche Thatsachen zu erklären, muss man vorläufig noch die „aktive" Zellthätigkeit in Anspruch nehmen; inwieweit diese auf besonderen physikalischen oder chemischen Eigenschaften, die in den verschiedenen Zellen verschiedene sind, beruht, bleibt noch dahingestellt. Doch weisen neue Arbeiten auch hier neue Wege zur Erkenntnis; vielleicht handelt es sich je nach den Geweben um verschiedene Durchlässigkeit von Membranen für Moleküle oder Jonen, vielleicht auch um verschiedene Quellbarkeit der Protoplasmen. Koeppe veröffentlichte vor Kurzem eine Arbeit[1]), nach der solche Zustände in der That eine Rolle im Organismus zu spielen scheinen.

Zur Bestimmung des osmotischen Druckes von Lösungen benutzt er eine Blutkörperchenmethode, die bisher noch nicht erwähnt wurde. Er bestimmt durch Centrifugieren im Haematokriten das Volumen der Blutkörperchen einer bestimmten Blutmenge in isotonischer Rohrzuckerlösung und vergleicht damit das Volumen der gleichen Blutkörperchenmenge in anderen Lösungen. Er fand, dass bei Anwendung von Salzlösungen der Dissoziationskoeffizient mit den von Raoult und Arrhenius nach der Methode der Gefrierpunktserniedrigung erhaltenen Werten bei dem einen Salz gut, bei einem anderen schlecht und bei wieder einem anderen nur mäßig übereinstimmte. (Die Berechnung des Dissoziationskoeffizienten geschieht nach der Formel: $0 = 22{,}35\ i/m$, welche für Lösungen von 1 g Substanz im Liter und für 0° gilt und in der 0 den osmotischen Druck, i den Dissoziationskoeffizienten und m das Molekulargewicht bedeutet.) Keine Uebereinstimmung war dann vorhanden, wenn das Salz in die Blutkörperchen eindrang und sie, langsamer oder schneller, auflöste. Aber wie waren die Abweichungen vom Gesetz des osmotischen Drucks und der Dissoziation zu erklären, auf die die mäßig übereinstimmenden Zahlen für den Dissoziationskoeffizienten hinzuweisen schienen? Eine Beobachtung von Gürber (die übrigens schon früher von Zuntz und von C. Lehmann gemacht wurde. Ref.) brachte Koeppe Aufklärung: bringt man mit CO_2 gesättigte Blutkörperchen in eine isotonische Kochsalzlösung, so verschwindet Chlor aus der Lösung, und diese wird alkalisch. Gürber nahm nun an, dass durch Massenwirkung der CO_2 auf das Kochsalz kohlensaures Natrium entsteht, und dass der gebildete Chlorwasserstoff in die Blutkörperchen hineinwandert. Durch eine etwas modifizierte Versuchsanordnung und durch Verwendung von verschiedenen Salzlösungen konnte Koeppe jedoch nachweisen, dass der Vorgang wahrscheinlich folgender ist: die äußere Grenzschicht der Blutkörperchen ist undurchgängig für Na-Jonen, durchgängig für Cl- und CO_3-Jonen. Der Partialdruck der

1) H. Koeppe, Der osmot. Druck als Ursache des Stoffaustausches etc. Pflüger's Archiv, 1897, Bd. 67, S. 189.

CO_3-Jonen ist in den mit CO_2 gesättigten Blutkörperchen, der der Cl-Jonen in der Kochsalzlösung größer. Folglich wandern CO_3-Jonen von den Blutkörperchen in die Lösung, Cl-Jonen aus der Lösung in die Blutkörperchen. Die CO_3-Jonen dissoziieren in der Lösung H_2O-Moleküle, es entstehen HCO_3- und OH-Jonen; letztere verursachen die alkalische Reaktion. Mit dieser Annahme der verschiedenen Durchgängigkeit für verschiedene Jonen erklären sich die oben genannten Abweichungen, welche sich z. B. bei Soda- und Kochsalzlösungen finden. Denn ziemlich sicher sind in Blutkörperchen stets sowohl CO_3- als auch Cl-Jonen anwesend. Verwendet man nun gewöhnliche Blutkörperchen, die nicht mit CO_2 gesättigt sind, so findet infolge der Differenz der Partialdrucke in Soda- und in Kochsalzlösungen ein Austausch von CO_3- und Cl-Jonen statt, in der einen Lösung in der einen Richtung, in der andern in der entgegengesetzten. Nun treten aber an die Stelle von einem zweiwertigen CO_3-Jon zwei einwertige Cl-Jonen; es findet also in der Lösung entweder eine Vermehrung oder eine Verminderung der Jonen statt, und dementsprechend wird der Dissoziationskoeffizient zu groß oder zu klein gefunden.

Diese theoretische Deduktion deckt sich in Koeppe's Arbeit mit der praktischen Erfahrung. Durch ähnliche Wanderungen von Jonen sucht Koeppe in einer früheren Arbeit[1]) die Salzsäuresekretion der Magenschleimhaut zu erklären. Versuche von Mehring mit Zufuhr von reiner Salzsäure in den Magen machen es wahrscheinlich, dass die Magenschleimhaut für Cl-Jonen undurchgängig ist. Die Salzsäurebildung käme dann dadurch zustande, dass sich die Na-Jonen des im Mageninhalt befindlich zum Teil dissoziierten Kochsalzes gegen H-Jonen des Blutes austauschen. Für diese Annahme spricht einmal die Fähigkeit der Magenschleimhaut, nur dann Salzsäure zu „sezernieren", wenn in den Magen Cl-Jonen eingeführt sind, zweitens das Alkalischwerden des Harns auf kurze Zeit, nachdem man bloß reine Kochsalzlösung eingenommen hat, bedingt durch das Wandern der Na-Jonen ins Blut und durch die damit verbundene Dissoziation von Wasser im Blut, und drittens die von Trappe bewiesene Entstehung von Bromwasserstoff im Magen bei Natriumbromid-Zufuhr, auch wenn keine Salzsäure im Magen anwesend ist, die aus dem NaBr HBr bilden könnte.

Auch diese Experimente erwecken ebenso wie die Overton'schen die Hoffnung, dass Arbeiten in der gleichen Richtung noch zu sehr bedeutungsvollen Resultaten führen werden[2]). Mit den Salzen und dem Wasser wusste man bisher in der Biologie sehr wenig anzufangen, man wusste eigentlich in der Hauptsache bloß, dass sie für den Organismus durchaus notwendig sind, aber von der Art und von der Größe ihrer Bedeutung konnte man sich kaum eine Vorstellung machen. Um aber gar zu einer vollkommenen Einsicht darüber zu gelangen, dazu ist noch eine Fülle von Arbeitsmaterial zu bewältigen. R. H. [80]

1) H. Koeppe, Ueber den osmot. Druck des Blutplasmas und die Bildung der Salzsäure im Magen. Pflüger's Archiv, 1896, Bd. 62, S. 567.

2) Zu bemerken ist noch, dass Gryns zu ganz ähnlichen Ergebnissen und Anschauungen durch seine Experimente gelangt ist, wie die genannten Autoren. Siehe darüber: Pflüger's Archiv, 1896, Bd. 63, S. 86 ff.

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. September 1897.** **Nr. 17.**

Inhalt: **Nusbaum** u. **Schreiber**, Beitrag zur Kenntnis des peripherischen Nervensystems bei den Crustaceen. — **Popoff**, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. (Viertes Stück.) — **Noll**, Ueber Möglichkeit und Zweckmäßigkeit der Anzucht früher blühender Reben. — 69. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig.

Beitrag zur Kenntnis des peripherischen Nervensystems bei den Crustaceen.

Von Prof. Dr. **Józef Nusbaum** u. stud. phil. **Witold Schreiber** in Lemberg.

(Mit 8 Abbildungen.)

Nach den klassischen und ausführlichen Arbeiten von Retzius[1]) und Rath[2]) über das sensible Nervensystem bei unserem Flusskrebse *(Astacus)* schien diese Frage gänzlich erledigt zu sein. Als wir jedoch dem Flusskrebse Methylenblaulösung injizierten und unter anderem die von Rath und Retzius beschriebenen, sensiblen Nervenfaserendigungen studierten, lenkte unsere Aufmerksamkeit außer diesen letzteren noch eine besondere Art anderer, sehr zahlreicher, subepithelialer Zellen und Geflechte auf sich, welche sich auf eine ganz identische Weise färbten wie die von obengenannten Autoren beschriebenen Nervenelemente, und welche wir für nichts anderes als eben für sensible Nervenelemente betrachteten. Kurz, nachdem wir diese Bildungen gefunden haben, fiel uns in die Hände der außerordentlich interessante kurze Aufsatz von Bethe[3]). Wir können die Angaben dieses Autors nicht nur be-

1) Retzius, Biologische Untersuchungen. Neue Folge. 1895.

2) Rath, Zur Kenntnis der Hautsinnesorgane und des sensiblen Nervensystems der Arthropoden. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 61, 1896.

3) A. Bethe, Ein Beitrag zur Kenntnis des peripheren Nervensystems von *Astacus fluviatilis*. Anat. Anzeiger, 1896.

stätigen, sondern auch in vielen Hinsichten vervollständigen und erweitern.

Wir injizierten den Flusskrebsen Methylenblau (nach Ehrlich, bezogen von Grübler), nämlich eine Solution von 1 g Methylenblau und 1,5 g Kochsalz in 300 ccm dest. Wasser. Jedem Tiere wurde 3—4 ccm dieser Solution injiziert und zwar ein Teil derselben unter den Cephalothoraxpanzer an der Rückenseite, der andere an der ventralen Seite des Abdomens. Die Tiere blieben 2 bis 4 Stunden unter einer großen Glasglocke im lebendigen Zustande. Nach dieser Zeit haben wir die durchsichtigen Teile der Abdominalfüße, die platten Teile der Maxillen und Maxillipeden u. s. w. unter dem Mikroskope untersucht. Fast ausnahmslos haben wir die schönsten und prachtvollsten tiefblauen Färbungen der peripheren Nervenfasern und Nervenzellen erhalten und alle diejenigen Bilder gesehen, welche Retzius in seiner Arbeit „Das sensible Nervensystem der Crustaceen“[1]) auf den Tafeln IV—VI dargestellt hat; außerdem haben wir eine große Zahl noch anderer, sehr interessanter, ganz identisch gefärbter sensibler subepithelialer Nervenzellen und Nervenplexus gefunden, welche wir unten näher beschreiben werden.

Nach einiger Zeit beginnt das Erbleichen aller dieser Elemente, und es gibt dann ein Moment, wo das Plasma der Zellen und die Nervenfasern schon viel bleicher werden, während die Kerne der Zellen noch intensiv blau gefärbt hervortreten, was die Form der Kerne sehr schön zu sehen und die Thatsache zu konstatieren ermöglicht, dass rings um den Kern ein heller, enger Plasmahof sehr oft zu beobachten ist.

Wir haben auch die Präparate in pikrinsaurem Ammoniak (kalte, gesättigte Lösung) 24 Stunden fixiert und dann in Glyzerin aufbewahrt. Die Nervenelemente wurden violett, aber die Färbung war bei dieser Behandlungsweise nicht dauerhaft, und die feinsten Fasern des Plexus wurden dabei nicht fixiert. Wenn wir aber nach Dogiel's Verfahren die Präparate in pikrinsaurem Ammoniak mit Zusatz von Osmiumsäure (auf 100 ccm des pikrins. Ammoniaks 2—3 ccm 1proz. Osmiumsäure) fixierten, so haben wir unvergleichlich schönere und dauerhafte Präparate erhalten, an welchen die feinsten Nervenfäserchen sehr deutlich hervorgetreten sind.

Die so erhaltenen Präparate haben sich wochenlang ohne Spuren von Erbleichen in Glyzerin sehr schön aufbewahrt.

Was zuerst die von Rath und Retzius beobachteten Sinnesnervenendigungen anbelangt, so können wir die Beobachtungen dieser Forscher im Ganzen bestätigen. Wir haben nämlich in einer mehr oder minder bedeutenden Entfernung von der Basis der Borsten rundliche oder ovale, bipolare mit großen Kernen versehene Nervenzellen gesehen, die einerseits centralwärts, andrerseits in der Richtung gegen

1) l. c.

die Borste in Nervenfasern sich verlängern. Wir haben sowohl einzelne solche Zellen wie auch Gruppen derselben beobachtet, welche an vielen Stellen lange, gangliöse Anschwellungen bilden.

Wir können auch die Angabe von Retzius bestätigen, dass die distalen Fortsätze der einzelnen Zellen solcher gangliöser Bildungen sehr oft so dicht zusammengedrängt sind, dass sie sich dem Beobachter als ein gemeinsamer Strang vorstellen.

Was die proximalen Fortsätze der betreffenden Zellen anbelangt, so scheint nach Retzius ihre Teilung oder Verzweigung auf dem Wege nach dem Centralorgane nirgends vorzukommen. — Auch wir haben niemals eine Teilung oder Verzweigung derselben beobachtet, obwohl wir dieselben einige Male auf sehr großen Strecken verfolgt haben.

Was die distalen Enden anbetrifft, so haben wir wie Rath, Bethe und Retzius in seiner neuesten betreffenden Arbeit (1895) niemals eine Teilung oder Verästelung derselben gesehen; sie verlaufen in einer mehr oder minder gestreckten Bahn nach den Borsten (Sinneshaaren) hin.

Da es Retzius niemals gelang, das Eintreten der Nervenfasern in das Sinneshaar beim Flusskrebse wahrzunehmen, so haben wir besonders auf diesen Punkt unsere Aufmerksamkeit gelenkt. Dabei haben wir uns sicher überzeugt, dass in einigen, wiewohl seltenen Fällen, wo die Färbung in dieser Hinsicht besonders gelungen ist, hie und da das Eindringen der gefärbten, in gerader Richtung und ohne Verästelung verlaufenden Nervenfasern, bis zur Spitze der Borste in dem Haarschaftraume zu sehen ist. Wir bestätigen also in dieser Beziehung die Angabe von Bethe, der „in offenen Haaren mehrere Male den distalen Fortsatz die Kugelhöhle durchlaufen, und sich ein Stück weit ins Lumen des Haares fortsetzen sah". Wahrscheinlich aber, sagt weiter Bethe, „geht dieser Fortsatz sehr viel weiter zur Spitze hinauf, als an diesen Präparaten zu sehen war". Nun waren wir in der glücklichen Lage, Präparate zu erhalten, an welchen wir das Eindringen des Nervenfortsatzes wirklich bis zur Spitze der Borste einige Male sehr deutlich beobachteten. Niemals fanden wir — womit wir mit Bethe im Einklange sind — die Nervenfasern in den Haarschaftsräumen der langen gefiederten Randborsten; hier endet immer beim Flusskrebse der Strang der Nervenfasern in der Kuppel des basalen Teiles der Borste. In diesen langen Borsten scheint auch wirklich kein direkter Zusammenhang zwischen dem Raume der Basalkuppel und dem engen, kanalförmigen Haarschaftsraume vorhanden zu sein. Dagegen gelang es uns in den kegelförmigen, nicht befiederten Borsten von mittlerer Länge, die z. B. an der Oberfläche der platten Teile der Maxillen und Maxillipeden vorkommen, einige Male eine unverzweigte und keine Varikosen besitzende Nervenfaser in gerader Rich-

tung bis zur Spitze der Borste auf das Schönste zu verfolgen (Fig. 1). Ueberhaupt aber färben sich die betreffenden Nervenfasern beim Flusskrebse sehr schwer; vielleicht wegen der sehr bedeutenden Enge der Haarschaftsräume, in welchen sie liegen, sowie auch wegen des erschwerten Zutrittes der Reagentien. An vielen Stellen haben wir die Faser nur zu $^1/_2$ oder $^1/_3$ der Borstenlänge gefärbt gesehen, in allergrößter Mehrzahl der Fälle hingegen, nur bis zur Wurzel der Borste.

Fig. 1.

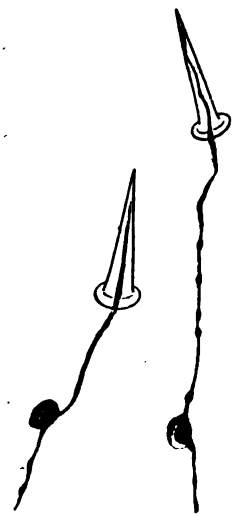


Fig. 1. Zwei Borsten aus dem Scaphopoditen der Maxille des 2. Paares von einem Flusskrebse. Der distale Fortsatz der bipolaren Zelle dringt in den Haarschaftsraum ein.

Oc. 12 Syst. Brw. 16 mm Reichert (mittels Cam. luc. gez.).

Außer den langen gefiederten Randborsten und den oben erwähnten mittleren, kegelförmigen, befinden sich auch beim Flusskrebse an der Oberfläche der breiten Platten der Mundwerkzeuge und an den seitlichen Thoraxwänden sehr kleine, niedrige aber sonst kräftige Borsten, die an der Spitze mehr oder weniger stark hakenförmig gebogen sind, und an einer verhältnismäßig weiten, aber sehr abgeflachten basalen Kuppel sitzen, die von oben gesehen sich als ein ansehnliches Schildchen darstellt. In diese hakenförmig gekrümmten Borsten gelangen sehr selten die Nervenfasern von den bipolaren Zellen, aber in der nächsten Umgebung dieser Borsten haben wir andere, unten näher beschriebene Nervenelemente sehr oft begegnet.

„Dicht unter dem Epithel" — schreibt Bethe[1]) — „und auf den Muskeln liegend zeigten sich bald nach der Injektion große multipolare Zellen sehr tiefblau gefärbt. Die Zahl der Ausläufer, welche sich bald in viele Zweige teilen, beträgt 3—8. In dem Zellkörpern tritt, etwas dunkler gefärbt, ein großer Kern hervor. Die einzelnen Zellen, die stellenweise ziemlich dicht aneinander liegen, sind bald durch breite

1) l. c.

Plasmabrücken, bald durch dünne Fasern mit einander verbunden, so dass ein wirkliches Netz von Zellen besteht. Häufig sind 2 Zellen nur durch eine Brücke, oft aber auch durch mehrere verbunden. Wo die freien Ausläufer der Zellen ihr Ende finden, ob, und wie sie mit anderen Elementen in Verbindung stehen, ließ sich nicht feststellen".

Nun gehen wir zur Beschreibung der obigen, von Bethe entdeckten Nervenelemente über, von deren Existenz weder bei Retzius noch bei Rath etwas erwähnt wird. Wir sahen subepitheliale Nervennetze nicht nur an den platten Mundteilen, wo sie ausschließlich bis jetzt (Bethe) gefunden waren, sondern überall an der ganzen Peripherie des Leibes, wo nur die dünnere und durchsichtige Chitinschichte sie zu beobachten erlaubt, also sowohl in den Tastern der Kieferfüße als auch in Palpen der Maxillen, in den Abdominalfüßchen und überhaupt in allen platten Teilen der Extremitäten, so gut an der seitlichen, von den lateralen Teilen des Kopfbrustschildes überdeckten weichen Wand des Thorax, wie an der ganzen Ventralwand des Abdomens. Wir fanden dann zierliche und reichliche subepitheliale Nervennetze und Nervengeflechte an der ganzen inneren Fläche der, die Kiemenhöhle seitwärts begrenzenden, Falten des Kopfbrustschildes, unter dem Epithel aller Teile der Kiemen und teilweise auch unter dem Epithel des langgestreckten Enddarmes (Produkt des Ektoderms). Besonders schön treten diese Elemente an der großen borstenrandigen Atemplatte, dem sogenannten Scaphopoditen (Huxley) des zweiten Maxillapaares hervor, welche Platte bekanntlich stets schwingende Bewegungen ausübt. Es ist leicht verständlich, warum eben auf dieser Platte diese zarten Elemente am besten zu beobachten sind, denn erstens ist sie sehr dünn und durchsichtig, zweitens, besitzt sie wegen der raschen schwingenden Atembewegungen besonders günstige Bedingungen des Luftzutrittes, was eben für die gute Methylenblaufärbung sehr erwünscht ist.

Die betreffenden, von uns beobachteten Nervenelemente liegen subepithelial, aber, im Gegensatz zu den Rath-Retzius'schen bipolaren Zellen, die bekanntlich in einer verhältnismäßig großen Entfernung von Hypodermis liegen, befinden sie sich sehr dicht unter dem Epithel, wobei die Nervenfaserverzweigungen derselben zum Teil auch zwischen die Epithelzellen selbst sich hineinschieben.

Die Zellen zeichnen sich durch sehr mannigfaltige Gestalten aus; sie sind oval, konisch, am meisten aber unregelmäßig polygonal. In den, mit Methylenblau gefärbten, doch nicht fixierten und etwas zu erbleichen beginnenden Zellen, haben wir sehr schön die großen, meistens rundlichen, seltener ovalen Kerne beobachtet, die gewöhnlich von einem hellen Plasmahofe wie von einem Ringe umgeben sind.

An vielen Zellen sahen wir an einem (nämlich an dem proximalen) Pole einen proximalen Nervenfortsatz (Cylinder axis), an dem größere und kleinere Varikosen, und nicht selten hie und da unansehnliche seitliche Aestchen (Collateralen) sich befanden. Diesen Nervenfortsatz kann man oft auf einer verhältnismäßig sehr langen Strecke beobachten, und einige Male gelang es uns, denselben so weit zu verfolgen, bis er in einem gemischten, aus sensiblen und motorischen Nervenfasern bestehenden, größerem Nervenaste verschwand. Höchst interessante Verhältnisse, die wir einige Male an gut gelungenen Präparaten, sowohl an den Mundteilen als auch an seitlichen Thoraxwänden studiert haben, sind folgende:

Aus einer multipolaren Zelle läuft von einem Pole (Fig. 8) ein Axenfortsatz (*a*) aus, der sich eine große Strecke weit zieht, um sich mit einem anderen, außerordentlich langen Fortsatze (*a'*) unter fast rechtem Winkel zu verbinden.

Diese sehr langen Fortsätze, die dicht unter dem Epithel gelegen sind, und mit denen möglicherweise auch Axenfortsätze mancher anderer Zellen sich verbinden, verflechten sich und bilden dickere Nervenstränge. Anders gesagt, verästelt sich der Nervenstrang auf diese Weise, dass in einzelne sich verflechtende Aeste Gruppen von Nervenfasern eintreten, wobei die einzelnen langen Nervenfasern einer jeden Gruppe mit den Axenfortsätzen der einzelnen Zellen des Nervennetzes sich verbinden.

Andere Nervenfortsätze der Zellen sind kürzer, mehr oder weniger reich an Varikosen; sie teilen und verästeln sich gewöhnlich reichlich, wobei die am meisten peripherischen Teile der Fasern außerordentlich fein sind. Manche dieser Fortsätze hingegen verlaufen oft in geschlängelter Richtung, ohne sich zu verästeln. An besonders gelungenen Präparaten haben wir bei starker Vergrößerung auch sehr kurze, steife, dicht zusammengedrängte, laterale Härchen an den dickeren Nervenfortsätzen gesehen, die eine große Aehnlichkeit mit den bei Anwendung der Golgi'schen Methode hervortretenden und z. B. an den Dendriten der Purkinje'schen Zellen beobachteten Härchen besitzen.

Die feinen Nervenverästelungen der benachbarten Zellen bilden an gut gefärbten Präparaten die schönsten und zierlichsten Geflechte. Wir haben aber auch äußerst viele und feine Anastomosen zwischen den Nervenfasern der Nachbarzellen beobachtet. Auf diesen Punkt, da er uns besonders auffallend erschien, haben wir speziell unsere Aufmerksamkeit gelenkt. Alle diesbezüglichen Bilder wollten wir zunächst nur als Filzwerk und Geflecht ansehen und die scheinbaren Anastomosen nur so deuten, dass die Nervenfaserverästelungen der benachbarten Zellen verschiedenartig sich kreuzen. In vielen Fällen war es möglich, die Existenz der scheinbaren Anastomosen auf diese Weise zu erklären, in der Mehrzahl aber konnten

wir nicht zweifeln, dass wir wirkliche Anastomosen vor uns haben.

Am meisten überzeugend sind in dieser Beziehung diejenigen Fälle, in denen der Zellenleib an einer Stelle sich allmählich zuspitzend, in einen brückenähnlichen Faserfortsatz ausläuft, der nach einem kürzeren oder längeren, ununterbrochenen Verlaufe wieder in eine andere Zelle übergeht, doch auf dieselbe Weise, d. h. indem er sich allmählich verdickt. Solche Fälle, von denen wir sehr zahlreiche und außerordentlich deutlich ausgeprägte gesehen haben, sind ja keineswegs für Geflechte, sondern für wahre Anastomosen zu halten, trotzdem eine solche Behauptung mit den modernen Neuronentheorien nicht im Einklange steht.

Bei der unvollständigen Färbung der Präparate haben wir nur Geflechte gesehen, war aber die Färbung deutlich und vollständig, und die intensiv gefärbten Präparate noch in pikrinsaurem Ammoniak mit Osmiumsäure fixiert, so haben wir so wunderschöne Anastomosen gesehen, dass uns deren Existenz zweifellos zu sein scheint. Die Thatsache, dass die Nervenzellen miteinander anastomosieren, steht nicht lose in der neuesten Litteratur. So sagt z. B. Prof. Dogiel[1]), indem er ein interepitheliales Nervenfadennetz in der Thränendrüse beschreibt: „Was ich soeben hinsichtlich der Interepithelial-Nervenfäden bemerkt habe, bezieht sich in gleicher Weise auf die freien Nervenendigungen im allgemeinen und unter anderen auch auf die Protoplasmafortsätze der Nervenzellen der Retina: werden nicht alle sondern nur einige Zellen oder die Plasmafortsätze der Zellen nicht in ihrer ganzen Erstreckung gefärbt, so erhalten wir die Neuronen Waldeyer's; jedoch bei möglichst vollständiger Färbung der Zellen mit ihren Fortsätzen, haben wir die Möglichkeit auf den Flächenpräparaten der Netzhaut vollständig deutlich die unmittelbare Verbindung zwischen den Protoplasmafortsätzen der Zellen konstatieren zu können".

Auch E. Ballowitz[2]) in seiner Arbeit „Ueber den Bau des elektrischen Organes von *Torpedo*" beschreibt und giebt Abbildungen von Anastomosen und wahren dichten Netzen, die von Fortsätzen verschiedener Nervenzellen gebildet sind. V. Thanhoffer[3]) u. a. haben sogar deutliche und feine Anastomosen zwischen den Nervenzellen des Rückenmarks gesehen, Bethe unter dem Epithel des Froschgaumens[4]) und im Nervenplexus der Ctenophoren u. s. w. Zu diesen Beobachtungen gesellt sich jetzt die unserige, welche die Bethe'sche Ent-

1) A. S. Dogiel, Die Nervenendigungen in der Thränendrüse der Säugetiere. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 42, 1893.

2) Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 42.

3) Stöhr, Histologie, 1896.

4) Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1894.

deckung bestätigt, und nach welcher in dem subepithelialen sensiblen Nervensysteme der Crustaceen wahre Anastomosen zwischen den verschiedenen Zellen und deren Fortsätzen vorkommen, was aus den Figuren (4, 6, 7) ersichtlich ist. Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, dass die Neuronenlehre und besonders der moderne Satz, dass alle Nervenzellenfortsätze frei enden, ohne Anastomosen oder Netze zu bilden, auf eine noch sehr schwankende Basis sich stützt und vielen Thatsachen auf das schroffste widerspricht.

Fig. 2.

Fig. 2. Ein Randstück des Scaphopoditen der Maxille des 2. Paares von einem Flusskrebse.

b. z. = bipolare Zelle,

a = proximaler Fortsatz,

b = die Wurzel der gefiederten Randborsten.

Oc. Nr. 4 Syst. Brw. 4 mm Reichert.

(mittels Cam luc. gez.).

Betrachten wir nun jetzt etwas näher einige Beispiele der von uns erwähnten Nervenelemente. Auf Fig. 2, die ein Stückchen einer Randpartie des Scaphopoditen darstellt, sehen wir eine in die Basalkuppel einer Fiederborste eindringende Nervenfaser, die von einer bipolaren (Rath-Retzius'scher Typus) Zelle stammt und außerdem unterhalb der Basalkuppeln der Borsten — einige Zellen von ganz anderem Typus. — Diese letzteren liegen nicht in einer größeren Entfernung von den Borstenwurzeln (wie die bipolaren), sondern dicht unter diesen; sie sind multipolar. Die in der Mitte gelegene größte Zelle ist der Gestalt nach noch am meisten einer Rath-Retzius'schen Zelle ähnlich, denn sie ist rundlich und verlängert sich proximal in

eine lange Faser (Axenzylinder) die reich an Varikosen in gerader Richtung verläuft, distal aber laufen aus dem Zellenleibe 7 Fasern aus, von denen einige sich dichotomisch teilen und mit den Fasern der Nachbarzellen Anastomosen bilden, während andere frei enden. Die Nachbarzellen sind noch reicher an Nervenfaserfortsätzen, die in allen Richtungen entspringen und sich hie und da dichotomisch teilen.

Fig. 3.

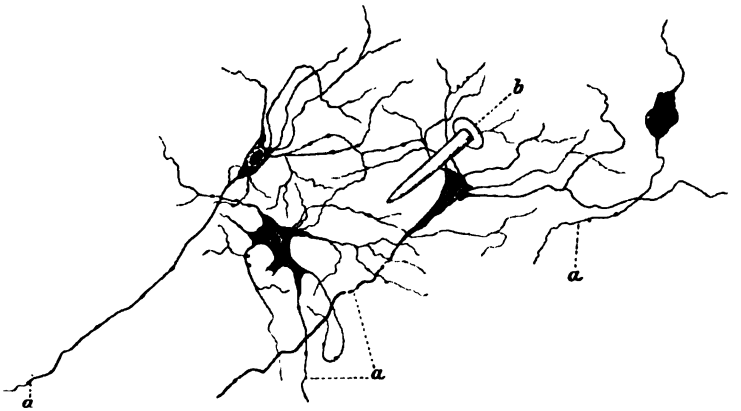


Fig. 3. Eine Gruppe von Nervenelementen an der Oberfläche eines Scaphopoditen vom Flusskrebse.
a = proximaler Nervenfortsatz; b = Borste.
Oc. 12 Syst. Brw. 16 mm Reichert (mittels Camera luc. gez.).

Viel interessanter ist eine Gruppe von Nervenzellen, die auf Fig. 3 abgebildet sind. Es ist ein Stückchen der Oberfläche eines Scaphopoditen der zweiten Maxille. In der Nähe einer Borste von mittlerer Länge sehen wir eine Gruppe von Nervenzellen, von denen zwei eine charakteristische konische Gestalt besitzen. An dem zugespitzten Pole einer jeden solchen Zelle beginnt eine sehr lange Nervenfaser, ohne Zweifel eine proximale, d. h. diejenige, die in einen Nerven eintritt, und bis zum Nervencentrum gelangt. An dem gegenüberliegenden, stumpfen Pole der Zelle beginnt eine Anzahl zarter Nervenfaser, die sich zum größten Teile nach einem längeren oder kürzeren Verlaufe dichotomisch teilen, und mit Nervenfaserverästelungen anderer Nervenzellen verflechten oder verbinden. Die untenliegende multipolare Zelle ist von einer unregelmäßigen Gestalt; die rechtsliegende ist eine bipolare, und entspricht dem bekannten Rath-Retzius'schen Typus.

Die langen proximalen Nervenfasern, die wir an manchen Zellen eine längere oder kürzere Strecke weit verfolgt haben, verlaufen gewöhnlich unverästelt; doch haben wir in manchen Fällen mit aller Bestimmtheit zarte, seitliche, kurze Aestchen (Collateralen), besonders in der Nähe des Anfangsteiles der Faser beobachtet.

Ein besonders interessantes Bild stellt Fig. 4 dar, die von einem sehr gelungenen Präparate stammt. Wir sehen hier ein Stück der Oberfläche des Scaphopoditen. Rings um eine kleine hakenförmige Borste sieht man hier eine Anzahl polygonaler Zellen, die sehr reich an Verästelungen sind. Das Präparat fing schon an etwas zu erbleichen, weshalb die Kerne in den Zellen sehr deutlich hervortreten.

Fig. 4.

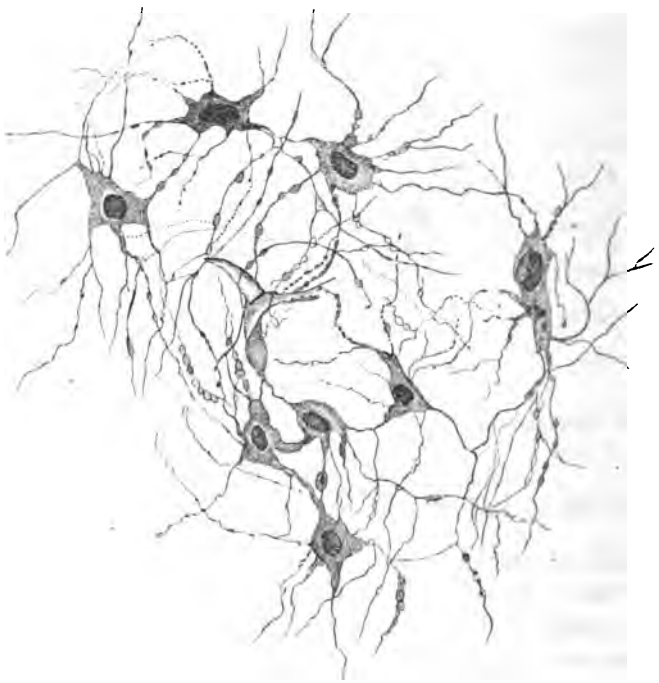


Fig. 4. Eine Gruppe von multipolaren Nervenzellen rings um eine Borste, von der Oberfläche gesehen, aus einem Scaphopoditen des 2. Maxillenpaares vom Flusskrebse.
Oc. 4 Syst. Brw. 4 mm (mittels Camera luc. gez.).

Die Zahl der Nervenfortsätze ist eine sehr große; dieselben sind reich an Varikosen und bilden dichte Geflechte. Hie und da sieht man auch Anastomosen zwischen den Zellen z. B. zwischen den beiden zur linken Seite gelegenen. Die Nervenfaserverästelungen gelangen bis zu der abgeflachten und weiten Basalkapsel der hakenförmigen Borste, und enden hier ganz frei. Eine diskoidale abgeflachte Basalkuppel kann von zwei, drei, oder noch einer größeren Anzahl von Zellen innerviert werden, und auch von mehreren Nervenfaserfortsätzen einer und derselben Zelle (Fig. 5). Oft sahen wir die multipolaren Zellen und Geflechte nicht in der nächsten Umgebung der Borste, sondern in einer

größeren Entfernung von derselben, aber immer dicht unter der Hypodermis. Wir fanden an der ganzen Bauchwand und an der ganzen

Fig. 5.

Fig. 5. Drei Nervenzellen, die zwei abgeflachte weite diskoidale Basalkuppeln kleiner hakenförmigen Borsten innervieren. Aus dem Scaphopoditen des 2. Maxillpaares vom Flusskrebse. Oc. 12 Syst. Brw. 16 mm (mittels Cam. luc. gez.).

lateralen weichen Thoraxwand zahlreiche subepitheliale Nervenzellen, die sehr dicht angehäuft und den, von Bethe[1]) abgebildeten, multipolaren Nervenzellen sehr ähnlich waren. Hier existiert also auch

Fig. 6.

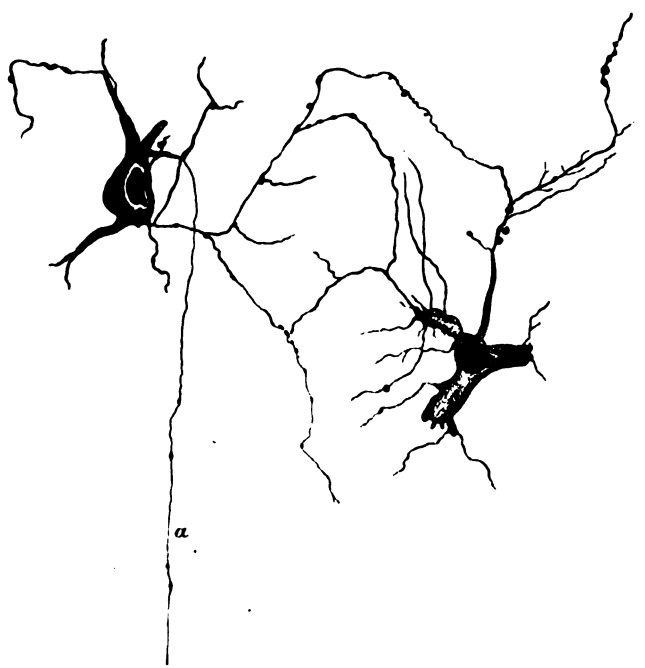


Fig. 6. Zwei Nervenzellen in den platten Teilen der Maxillen des Flusskrebses von der Oberfläche gesehen.
Oc. 4 Syst. Brw. 4 mm Reichert (mittels Cam. luc. gez.).

1) Anat. Anzeiger, 1896 (l. c.).

ein außerordentlich schön entwickeltes Nervennetz, das aus vielfach anastomosierenden, mit großen Kernen versehenen Zellen besteht.

Von einem interessanten Typus sind die Zellen, die Fig. 6 darstellt. Dieselben haben unregelmäßige Gestalten, das Plasma verlängert sich nach verschiedenen Richtungen in Fortsätze, von welchen an einer Stelle ein langer Cylinderfortsatz (*a*), an anderen Stellen kürzere, sich teilende dendritische Fasern den Anfang nehmen. Zwischen den Fortsätzen beider Zellen sieht man deutlich drei bogenförmige Anastomosen. In den auf Fig. 6 u. 7 abgebildeten Zellen ist der Zellenleib ansehnlich dick. Es giebt aber Fälle, in denen er sehr schlank ist, und in viele dünne Fortsätze ausläuft, die sich in Nervenfaserfortsätze verlängern, zwischen denen nicht immer eine centripetale lange Nervenfaser zu unterscheiden ist. In manchen Fällen haben wir bei sehr gelungener Färbung der Präparate und nach Fixierung derselben auf oben genannte Weise sehr feine, kurze, bäumchenähnliche Verzweigungen mancher Fortsätze beobachtet, wie es z. B. auf Fig. 7 zu sehen ist.

Fig. 7.

Fig. 7. Eine Gruppe von Nervenzellen in dem Scaphopoditen der Maxillen vom Flusskrebse.
Oc. 4 Syst. Brw. 4 mm (mittels Cam. luc. gez.).

An vielen Stellen haben wir, wie oben gesagt, Anastomosen zwischen den Nachbarzellen gesehen (z. B. zwischen den beiden linken Zellen, Fig. 4), die entweder als breite protoplasmatische Brücken

oder in Gestalt von dünnen Fasern direkt von einem Zellenleibe zum anderen mehr oder weniger gerade verlaufen. Außerdem haben wir häufig zwischen den dendritischen Verästelungen der benachbarten Zellen Anastomosen beobachtet, die oft bogenförmig verlaufen, unter mehr oder weniger rechtem Winkel zusammentreffen, und im Punkte der gegenseitigen Vereinigung nicht selten eine varikosenähnliche Verdickung (siehe z. B. Fig. 6 u. Fig. 7) zeigen.

Fig. 8.

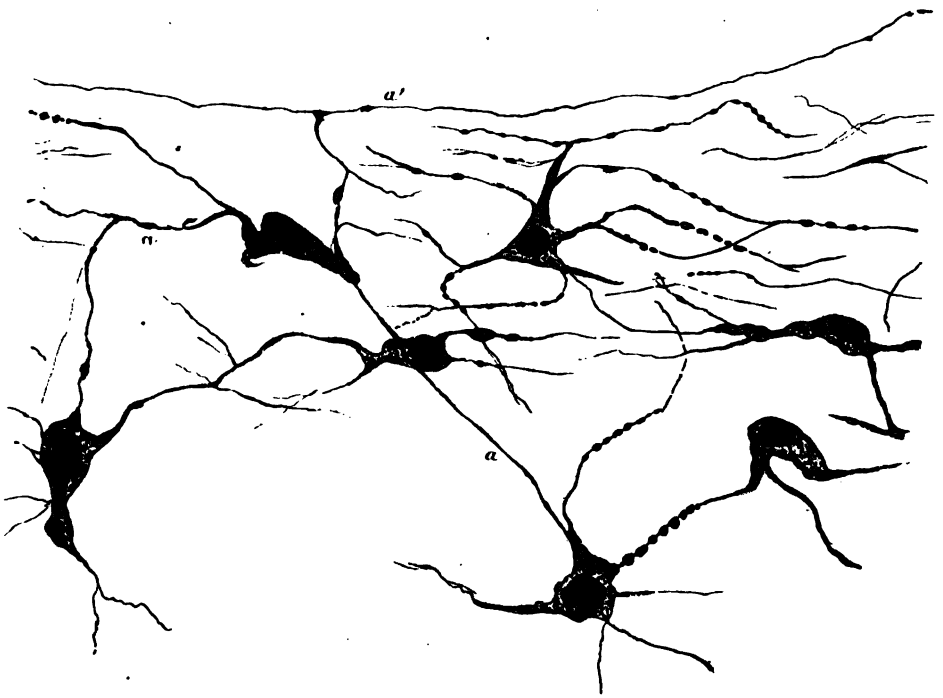


Fig. 8. Nervenzellenplexus in der seitlichen Thoraxwand, von einem Flusskrebse.

Oc. 4 Syst. Brw. 4 mm Reichert (mittels Cam. luc. gez.).

a = ein Axenfortsatz der sich mit einer sehr langen Nervenfaser (*a'*) verbindet, die sich weiter hin (was auf der Abbildung nicht dargestellt ist) mit anderen ähnlichen Fasern verflechtet und in einen Nervenast eintritt.

Die von uns beschriebenen multipolaren Zellen sind manchen von denjenigen sensiblen subepithelialen Nervenelementen ähnlich, die unlängst Rina Monti[1]) bei den Süßwasserdendrocölen unter dem Typus „grosse cellule multipolari periferiche" beschrieben hat und welche eine variable Zahl sich verästelnder „prolungamenti dendritici" und einen „prolungamento aziale" (Axenzylinder), der oft mit kleinen Col-

1) Bolletino scientifico, Nr. 2—3, Anno 1896, Pavia.

lateralen versehen ist, besitzen. Eben von diesen Zellen sagt Rina Monti, dass er manchmal Anastomosen zwischen den Dendritenfortsätzen der benachbarten Zellen beobachtete. Er meint, dass „con tutta probabilita queste eccezionali anastomosi sono la espresione di una incompleta divisione cellulare". Sollen wir diese Erklärung auch für unseren Fall annehmen? Das werden weitere Forschungen auf dem Gebiete der vergleichenden Neurologie aufklären.

Sei wie es sei, es häufen sich aber in der neuesten Litteratur immer zahlreichere Thatsachen, die uns überzeugen, dass in vielen Fällen zwischen den einzelnen Neuronen deutliche Anastomosen wirklich existieren.

Alle von uns in dieser Mitteilung beschriebenen Nervenzellen, haben wir mittels Methylenblaumethode in so großer Anzahl und so wunderschön und deutlich ausgedrückt erhalten, dass es uns unerklärlich war, wie dieselben der Aufmerksamkeit einiger unserer Vorgänger (Retzius, Rath) sich entziehen konnten, da sich dieselben doch auch der Methylenblaumethode bedient und den bipolaren Zellentypus gesehen haben. Wir versuchten es deshalb anfangs, diese Zellen, Anastomosen und Plexus nicht für Nervenelemente zu halten, und meinten, es handle sich vielleicht um besondere Pigmentzellen. — Bald aber erwies sich diese Annahme als grundlos, denn wir haben ja hie und da wirkliche Pigmentzellen gefunden, die aber 1. immer von gelblich-braunlicher oder orange-braunlicher Farbe sind, und 2., wiewohl vielfach verästelt, jedoch ganz andere Gestalten besitzen als die Nervenzellen. Auf den durch Methylenblau intra vitam gefärbten Präparaten zeichnen sich alle Nervenelemente durch eine sehr schöne tief blaue Farbe aus, während die Pigmentzellen ihre gelblich- oder orange-braune Farbe behalten und außerdem sich in ihrem ganzen Habitus so deutlich auszeichnen, dass es unmöglich erscheint, sie mit den zierlichen Nervenelementen zu verwechseln. —

Wir kommen also inbetreff des sensiblen peripherischen Nervensystems beim Flusskrebse zu folgenden Schlüssen:

1. Es giebt bipolare sensible Nervenzellen, die mehr oder weniger tief liegen, und deren distaler Fortsatz in die Borstenwurzel oder in den Haarschaftsraum der Borste eindringt (Typus Rath-Retzius).
2. Es giebt einen mehr oberflächlich, dicht unter dem Epithel gelegenen Nervenzellenplexus (Bethe), der aus Zellen von verschiedenen Typus besteht, und namentlich
   a) rundliche Zellen, die am meisten den bipolaren ähnlich sind und an einem Pole in einen proximalen Fortsatz (Axenfortsatz) sich verlängern, während zahlreiche andere kurze Fortsätze unterhalb der Borstenwurzeln endigen;

b) konische Zellen, die sich einerseits in einen langen proximalen Fortsatz, andrerseits in zahlreiche sich verästelnde dendritische Fortsätze verlängern;
c) multipolare Zellen von mehr oder weniger unregelmäßigen Gestalten (Bethe'scher Typus) die in zahlreiche sich teilende und verästelnde Fortsätze auslaufen, zwischen denen ein langer Axenfortsatz gewöhnlich nicht zu unterscheiden ist. Seltener ist derselbe auch hier zu sehen (Fig. 8).

3. Die Axenfortsätze treten entweder direkt in größere Nervenäste ein, oder sie verbinden sich mit sehr langen, dicht unter dem Epithel verlaufenden Fasern, die sich verflechten und sich zu größeren Nervenästen vereinigen (Fig. 8).
4. Die dendritischen Fortsätze der Zellen des Nervenplexus bilden oft sehr zierliche, manchmal bäumchenähnliche Endverästelungen und innervieren die weiten diskoidalen flachen Basalkuppel der kleinsten hakenförmigen Borsten oder sie enden frei unter oder im Epithel selbst an einer borstenfreien Stelle (z. B. an der Bauchwand).
5. Es giebt Verbindungen zwischen den einzelnen Zellen des Nervenplexus von dreierlei Arten:
   a) Verbindungen mittels breiter protoplasmatischer Brücken;
   b) Verbindungen mittels längerer dünner Nervenfortsätze, die ungeteilt und unmittelbar von einem Zellenleibe zum anderen verlaufen;
   c) Verbindungen der Nervenfaserverästelungen der benachbarten Zellen.

Zuletzt wollen wir noch einige allgemeine Betrachtungen inbetreff der phylogenetischen Bedeutung des subepithelialen Nervenplexus anführen.

Im Jahre 1895 hat Bethe[1]) in seiner Arbeit „Subepithelialer Nervenplexus der Ctenophoren" folgende Meinung ausgesprochen: „Den Nervennetzen steht bei höheren Tieren das System der isolierten Nervenleitung als etwas sowohl anatomisch als funktionell ganz Verschiedenes gegenüber". „In den letzten Monaten — sagt er weiter — habe ich auch eine große Anzahl vorzüglicher Methylenblaupräparate vom centralen und peripheren Nervensystem von *Carcinus*, *Astacus* und *Pagurus* auf diesen Punkt hin durchmustert und habe niemals Anastomosen beobachten können. Ich halte daher die herrschende Ansicht von der isolierten Nervenleitung für durchaus richtig, und glaube mit Recht die Nervennetze dem übrigen Nervensysteme als etwas ganz Verschiedenes gegenüberstellen". In dem Aufsatze aus dem Jahre 1896 beschreibt Bethe eben einen Nervenplexus in den Mundteilen des Flusskrebses und beobachtet hier im

1) Biol. Centralblatt, 1895.

Gegensatze zu seinen früheren Ansichten wahre Netze; er sagt nun, dass es ein neuer Beweis ist für die allgemeine Verbreitung dieser Form des Nervensystems, welche durch die Kontinuität ihrer Elemente in einen Gegensatz zum System der isolierten Neurone tritt. Gegen die Behauptung, dass zwischen diesen beiden Formen der Elemente ein Gegensatz — vom morphologischen Standpunkte betrachtet — existiert, tritt mit Recht Dr. Bogumil Nemec auf[1]). Dass hier in keinem Falle ein morphologischer Gegensatz vorhanden ist, das beweisen auch unsere Beobachtungen.

Wir sehen nämlich, dass einerseits zwischen den bipolaren Rath-Retzius'schen Elementen, die isolierte Neuronen darstellen, und andrerseits zwischen den multipolaren, keinen Axenfortsatz besitzenden und wahre Netze bildenden Zellen des subepithelialen Nervenplexus, ein Uebergang bestehe, und namentlich in denjenigen Zellen, welche sowohl in der Bildung des subepithelialen Nervenplexus und der Nervennetze Anteil nehmen, wie auch mit sehr langen Axenfortsätzen versehen sind, die ohne Zweifel sich im centralen Nervensysteme ganz ähnlich verhalten, wie die Axenfortsätze der Rath-Retzius'schen bipolaren Zellen.

Zum Beweise dieses Ueberganges dienen nicht nur die obenerwähnten Nervenelemente beim *Astacus*, sondern dasselbe bezieht sich auch auf die manchmal anastomosierenden, subepithelialen großen multipolaren Zellen Rina Monti's, bei den Süßwasserdendrocölen.

Aus den beim *Astacus* existierenden Verhältnissen ist es auch möglich, sich den phylogenetischen Entwicklungsgang der betreffenden Elemente vorzustellen. Auf der ersten, niedrigsten Stufe bleiben nun kontinuierliche, ganz peripherische Nervenzellennetze (z. B. bei den Ctenophoren). Eine zweite Stufe manifestiert sich darin, dass neben der Kontinuität des allgemeinen subepithelialen Nervenplexus hie und da Zellen dieses letzteren in Axenfortsätze auslaufen, die im Centrum mit anderen Neuronen schon nur per contactum in Verbindung stehen. Auf einer noch höheren, dritten Stufe verlieren die mit den Axenfortsätzen versehenen Zellen jeden kontinuierlichen Zusammenhang mit anderen Zellen des Plexus, entfernen sich von der Peripherie und vertiefen sich allmählich, indem sie sich auf diese Weise den Nervencentren nähern. So entstanden z. B. die Rath-Retzius-schen, isolierten, bipolaren Neuronen beim Flusskrebse. — [79]

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. **S. Popoff.**

(Viertes Stück.)

Im Jahre 1894 erschien die Arbeit Ernst Lugaro's, die die Frage über die Histogenese der Körner der Kleinhirnrinde erörtert.

1) Anat. Anzeiger, 1896.

Dieser Autor unterscheidet ebenfalls, wie Ramon y Cajal, in der äußeren Körnerschicht zwei Schichten: die — epithelioider Elemente und die — horizontaler bipolarer Zellen.

Zwischen diesen Zellen bemerkt der Autor Uebergangsformen, die darauf hinweisen, wie die epithelioiden Zellen allmählich in die bipolaren übergehen. Je tiefer nach der Richtung zum Centrum, seiner Meinung nach, die Zelle liegt, desto länger sind ihre Fortsätze, mit anderen Worten desto differenzierter ist die Zelle (s. die Meinung Ramon y Cajal's über die Alterbestimmung der Zelle nach der Länge des Nervenfortsatzes).

Die horizontalen bipolaren Zellen, die ganz in der Tiefe der äußeren Körnerschicht liegen, senden nach seinen Beobachtungen, einen solchen dicken Fortsatz in die molekuläre Schicht ab, dass wir das Aussehen einer vertikal verlängerten Zelle erhalten, die am oberen Ende eine horizontale Faser trägt.

Zuweilen verläuft zwischen dem Zellkörper und den horizontalen Fasern eine Verbindung, die, sich verlängernd, die Bildung der vertikalen bipolaren Zelle bedingt. Letztere versieht sich mit protoplasmatischen, um den Zellkörper sich lagernden Fortsätzen; die obengenannte Verbindung bildet, indem sie sich verlängert, einen Nervenfortsatz. Auf eine solche Weise erzeugen die epithelioiden Elemente die horizontalen Zellen, die letzteren — die vertikalen, diese aber verwandeln sich in Körnerzellen der inneren Körnerschicht. Neben dem soeben besprochenen histogenetischen Prozesse geht die Vertiefung (Wanderung der Autoren) des Zellkörpers von der äußeren Oberfläche in die innere Körnerschicht vor. Ernst Lugaro führte diese Untersuchungen, gleich Ramon y Cajal, auf Längsschnitten (den Windungen parallelen) von neugebornen Tieren aus. Man sieht also, dass Ernst Lugaro nicht so eng die Rolle der epithelioiden Elemente, wie es Ramon y Cajal thut, spezialisiert. Er lässt in ihnen eine ganze Reihe von Umwandlungen zu, bis sich die typische Nervenzelle bildet. Wir hatten ebenfalls die Gelegenheit, den Uebergang der epithelioiden Elemente in die horizontalen bipolaren Zellen zu beobachten; trotz genauester Untersuchungen gelangt es uns aber nicht ein einziges Mal, den Uebergang der horizontalen Zelle in die vertikale, wie es der Autor beschreibt, zu beobachten.

Falls wir auch zuweilen ähnliche Bilder antrafen, erklärten wir es durch eine zufällige Nachbarschaft der horizontalen und vertikalen Fasern. Wenn auch in der That eine solche Bildungsart von vertikalen bipolaren Zellen in Wirklichkeit stattfinden würde, so könnte man schwer die Zelle *k* der Abb. VII verstehen, deren oberer Fortsatz in die äußeren Teile der äußeren Kernschicht, wo es keine einzige horizontale Zelle giebt, hinaufsteigt. Die weiteren Beobachtungen weisen uns darauf hin, dass die horizontalen Zellen sich ganz anders differenzieren als es Lugaro beschreibt.

Wir müssen schließlich unsere Aufmerksamkeit auch darauf richten, dass Ernst Lugaro diese Frage nur auf Längsschnitten studierte, während doch in dem Falle die Querschnitte ebenso wünschenswert wären.

An dieser Stelle stießen wir wiederum auf die Wanderung der Zellen und deshalb ist es hier am Platze, sich zu äußern, wie wir uns diesen Prozess vorstellen. Wie wir früher erwähnten, bildet sich nach der Meinung His's der Axenzylinder des Neuroblasten auf Kosten des Zellprotoplasmas, welches an einer gewissen Stelle ausströmt und in einen langen konischen Faden übergeht, — mit anderen Worten His giebt die Fähigkeit des Zellprotoplasmas sich zu bewegen oder, besser gesagt, in eine andere Form überzuströmen, im gegebenen Falle in den Axenzylinder, zu. Von dem Standpunkte aus, stellen wir uns die Bildung des protoplasmatischen Fortsatzes ebenso vor wie die des Axenzylinders, d. h. das Zellprotoplasma, strömt an der oder jener Stelle aus und bildet dadurch den Keim des protoplasmatischen Fortsatzes. Bei aufmerksamer Betrachtung der Abb. IX und X sehen wir wirklich, dass das Protoplasma der Zellen b_1, c_1, k_1, l_1 gleichsam in eine missgestalte Form zerfloß und an einigen Stellen sich in dicke Anhängsel, Keime von Dendriten auszog; solch ein Anhängsel ist ganz besonders charakteristisch in der Zelle (a, Abb. X und a Abb. XI). Zweifelsohne sind diese Anhängsel ihre Herkunft dem Zellprotoplasma verpflichtet. Die Anwesenheit der kugelförmigen Verdickungen an den Enden einiger Fortsätze lässt uns vermuten, dass die Fortsätze zu wachsen aufhören, das Protoplasma der Zelle aber noch immer ausströmt und in Folge dessen sich die kugelförmigen Verdickungen an den Enden der Fortsätze bilden. Eine solche Erklärung steht sehr nahe der Ansicht Ramon y Cajals über die rosenkranzförmigen Verdickungen, die wir in dem Axsenzylinder antreffen. Er sieht die letzteren wie protoplasmatische Reserve an.

Sobald wir zugeben, dass das Zellprotoplasma fähig ist, in einen dünnen Fortsatz oder in ein dickes Anhängsel überzufließen, so können wir uns leicht vorstellen, dass das ganze Protoplasma in dieses Anhängsel überfließen und so seine anfängliche Lage verändern kann.

Führen wir ein Beispiel an: wenn eine embryonale Zelle von oben nach unten sich zu senken nötig hätte, so musste sie nach unten unbedingt ein Anhängsel oder einen dicken Fortsatz abschicken, darauf in ihn überfließen und auf solche Weise sich niedriger herunterlassen. In den bipolaren Zellen der Abb. XII und XIX sehen wir dem sehr ähnliches: ihr unterer Fortsatz ist entweder gleichmäßig dick oder stellt kugelförmige Verdickungen vor. In einem solchen Sinne stellen wir uns den Prozess der Wanderung der embryonalen Neurogliazellen aus der äußeren Kornschicht in die tieferen Rindenschichten vor (siehe Abb. XIV, XV, XVI, XVII, XXXI.

Bevor wir mit der Analyse der histogenetischen Prozesse der Rinde in dieser Periode endigen, bleibt nur noch übrig, die Frage zu entscheiden, in welchem Maße nämlich nimmt jener Teil der Mantelschicht, der unter den Purkinje'schen Zellen liegt, Anteil an der Bildung der Zellen der inneren Körnerschicht. Wir hatten schon früher die Gelegenheit uns zu überzeugen, dass die Mantelschicht bereits beim Katzen-Embryo von 8 cm sich in zwei, deutlich gekennzeichnete Teile: in einen oberen, von uns als Schicht der großen Zellen benannten, und in einen unteren — innere Körnerschicht — zerfällt. Obgleich die Zellen der Mantelschicht in den Anfangsperioden sich fast gleichzeitig entwickeln, beginnen die einen (oberen) von ihnen sich bedeutend früher zu differenzieren als die anderen (unteren). Augenscheinlich bleiben die Zellen der unteren Schicht, aus uns noch unbekannten Ursachen, lange Zeit in dem embryonalen Zustande. Beim Katzen-Embryo von 12 cm beobachten wir zuerst nach der Golgischen Methode die Formierungsmerkmale dieser Schicht, d. h. die Zellen nehmen die charakteristischen Konturen der erwachsenen Zellen an.

Wir betrachteten vorläufig die Histogenese derjenigen Zellen der inneren Körnerschicht, die aus den epithelioiden Elementen der äußeren Schicht entstehen; auf welche Weise aber die Umwandlung der Zellen der ursprünglichen Körnerschicht (des unteren Teiles der Mantelschicht) vor sich geht, können wir leider mit Bestimmtheit nicht angeben. Wir haben kein Kriterium, um nach der Form der Zelle ihre Ursprungsquelle zu bestimmen, d. h. ob eine gewisse Zelle eine differenzierte bipolare Zelle oder ob sie an dieser Stelle aus den Zellen der Mantelschicht hervorgegangen sei. Betrachten wir die Abbildung XII, treffen wir Zellen zweierlei Typus an: bei den einen fällt scharf ein dicker, nach innen gerichteter Fortsatz ins Auge, bei den anderen fehlt er vollständig; die einen liegen sehr nah der molekulären Schicht, die anderen Zellen fast in der weissen Substanz. Die soeben angeführten Fakta können wohl kaum von Bedeutung sein für die Beantwortung der uns interessierenden Frage. Wenn wir den Zellen des zweiten Typus eine andere Herkunft aus dem Grunde, weil sie keinen dicken Fortsatz besitzen, zuschreiben wollen, so können wir leicht fehl gehen; denn Beobachtungen in den weiteren Perioden weisen darauf hin, dass dieser Fortsatz sehr schnell schwindet und es bleibt eine sternförmige Zelle. Auf eine solche Weise ist es möglich, dass diese Zellen entweder hier entstanden sind oder sich aus den bipolaren Zellen differenziert haben. Für die Entscheidung dieser Frage kann fürwahr von einiger Bedeutung die oberflächliche oder tiefe Lage der Zelle sein; doch von wichtigerer Bedeutung wären für uns die Zellen der einfachsten Form, die wir in der inneren Körnerschicht beobachten könnten; leider aber treffen wir solche Zellen äußerst selten an

(*g*. Abb. XII) und auch die haben die bipolare Form. Beim Hühner-Embryo (am 12. Bebrütungstage) fanden wir in großer Zahl ebensolche bipolare Bildungen, sie unterscheiden sich von denselben Bildungen in der Nähe der äußeren Körnerschicht wesentlich in nichts (siehe Abb. XXXIX). — Ueber den doppelten Bildungsweg der Elemente der Körnerschicht können wir also nach parallelen Untersuchungen der nach der Golgi'schen Methode und in Herman'scher Flüßigkeit fixierten Objekte urtheilen.

Alfred Schaper [54] teilt, bei Beantwortung der Lugaro'schen Abhandlung, dessen Ansicht bezüglich der Bildung der Zellen der inneren Körnerschicht aus den Elementen der äußeren, setzt hier aber gleich auseinander, dass die Beteiligung der letzteren als Hilfsmittel angesehen werden muss; denn der Hauptdifferenzierungsherd der Zellen dieser Schicht liegt in dem unteren Teile der Mantelschicht. Wir sprachen ja soeben über diese Frage, und wir glauben kaum, dass Alf. Schaper Recht hat, wenn er so kategorisch über den Beteiligungsgrad dieser oder jener Schicht seine Meinung äußert.

Weiter spricht noch derselbe Autor die Vermutung aus, dass möglicherweise alle Typen der Nervenelemente der Kleinhirnrinde aus der äußeren Körnerschicht entstehen können, doch dieses, meint er, bedarf noch der Bestätigung. Wir werden uns bemühen allmählich in unserer Arbeit klarzulegen, inwieweit diese Vermutung der Wirklichkeit entspricht.

Schließlich bleibt noch eine Zellenform in dieser Periode zu beschreiben, der man auf verschiedenen Höhen der molekulären Schicht begegnet. Der Körper hat eine länglich-ovale Form mit unregelmäßigen Konturen (*k*, *c* Ab. XIII); von seinen beiden Polen gehen horizontal in querer Richtung zwei lange Fortsätze mit rosenkranzförmigen Verdickungen aus. Einer von den Fortsätzen schickt nach oben sich verzweigende Fortsätze, nach unten hat er keine; der andere verzweigt sich nicht. Vom Zellenkörper gehen ebenfalls nicht große Zweigchen nach oben ab. In der Figur *k*, derselben Abbildung besteht der Zellenkörper aus drei kugelförmigen Verdickungen, die durch Quereinschnitte unter einander getrennt sind. Der aus dem einen Pole ausgehende Fortsatz besteht ebenfalls aus einer Reihe solcher feiner Verdickungen, der andere Fortsatz verzweigt sich ebenso wie in der Zelle *k*.

Die Zelle *e* gehört allem Anscheine nach zu derselben Zellenkategorie, sie ist aber jünger als die bei den soeben beschriebenen, da ihr Fortsatz, wenn man darnach urteilen darf, sich nicht verzweigt. Wir gehen wohl kaum fehl, wenn wir die Fortsätze *p*, als die dickeren für protoplasmatische, die entgegengesetzten — für nervöse annehmen. Die Zelle *e* unterscheidet sich in ihrem äußeren Aussehen von den früher beschriebenen vertikalen bipolaren Zellen in nichts; sie liegt

nur in horizontaler Richtung. Betrachten wir genau die äußere Körnerschicht, so sehen wir hier und da zerstreut epithelioide Elemente, die mit ihrem langen Durchmesser nicht vertikal sondern quer liegen und nach derselben Richtung auch einen mehr oder weniger dicken Fortsatz aus dem einen Pole absenden. Solche Elemente sind selten in dieser Periode; häufig aber in der folgenden — bei Neugeborenen. Ebenso wie wir die Zellen der inneren Körnerschicht aus den epithelioiden Elementen durch allmähliche Formveränderung der letzteren herleiten, so können wir das Auftreten der Zellen *k* u. *c* nicht anders als durch eine analoge Evolution der horizontalen, in die äußere Körnerschicht eingedrungenen Körperchen erklären. Die Zellen *k* u. *c* erinnern durch ihre Lage und Verteilung der Fortsätze völlig an Korbzellen; sie sind aber noch jung und der Axenzylinder hat nach unten die charakterischen Zweige noch nicht abschicken können. Man muss nicht die horizontalen bipolaren Zellen *c* der Abb. XIII u. XIX mit ebendenselben Zellen *c* der Abb. XXII verwechseln, da sie von verschiedenen Schnittflächen: die erste von Quer-, die zweite von Längsschnitten, entnommen sind.

Gehen wir zur Beschreibung der Nervenfasern, die man in der Kleinhirnrinde antrifft, über.

Auf der Abbildung sieht man, dass die weiße Substanz sich merkbar in ein Bündel parallel verlaufender Fasern isoliert hat. Bei aufmerksamer Betrachtung der Objekte überzeugt man sich leicht, dass die weiße Substanz bis zu einem gewissen Grade sich auf Kosten der Formelemente der Rinde bildet. Die Axenzylinder der Purkinje'schen und Golgi'schen Zellen gehen gerade in die weiße Substanz, in welcher man sie zuweilen auf einer bedeutenden Strecke verfolgen kann, über. Zuweilen dringen die protoplasmatischen Fortsätze der kleinen Zellen der Körnerschicht — vorzüglich der dicke innere Fortsatz — in die weiße Substanz ein und verlaufen, wie man es auf der Abbildung sieht, parallel deren Fasern. Diese von der Rindenoberfläche in die weiße Substanz verlaufenden Fasern, können wir „absteigende" benennen. Im Gegensatz zu ihnen treten in dieser Periode zuerst andere, aus der weißen Substanz in die Rinde verlaufende Fasern auf die wir „aufsteigende" benennen können (s. Abb. XIII). Die letzteren können in zwei Faserntypen getrennt sein: die einen dickeren verzweigen sich hauptsächlich in der molekulären Schicht, die anderen ein wenig dünneren in der Körner- oder in den unteren Teilen der molekulären Schicht. Die ersteren geben, indem sie als eine Faser aus der weißen Substanz ausgehen, einige Zweige ab, steigen in der Körnerschicht und in die molekuläre hinauf, wo sie sich in kleine, mit rosenkranzförmigen Verdickungen bedeckte Zweige, ohne bestimmte Ordnung, zerstreuen.

Die Fasern des zweiten Typus geben einen bedeutenden Teil ihrer Verzweigungen in der Körnerschicht ab, nur ihre Endigungen steigen ein wenig höher als die Schicht der Purkinje'schen Zellen hinauf. Sie unterscheiden sich von den ersteren noch dadurch, dass sie nicht viele Zweige haben, und sich auf großer Ausdehnung zerstreuen. Der Charakter der Verzweigungen ist entweder dichotomisch oder büschelförmig.

Wenden wir uns jetzt zu den Neurogliazellen, die wir in den beiden letzten Perioden beobachten.

Wir berührten absichtlich nicht bis jetzt, um nicht die Beschreibung zu zerstückeln, diese Frage beim Katzen-Embryo von 8 cm. Wie wir bereits beschrieben haben, lagern sich die Neurogliazellen bei den Katzen- und Schaf-Embryonen in den frühen Perioden auf eine solche Weise in der Kleinhirnplatte, dass man leicht die in einer Reihe gelegenen oberflächlichen und die in den tieferen Teilen gelegenen Zellen unterscheiden kann. Eine solche Lagerung bleibt auch in den späteren Perioden. Bei den Katzen- (von 8 und 12 cm) und Schaf-Embryonen von 14 cm können wir leicht zweierlei Zellenarten bemerken (s. Abb. X, XII u. XIII). Die einen liegen mehr oberflächlich und haben einen kleinen Zellenkörper, der ringsum von feinsten Nadeln besäet nach der Richtung zur äußeren Peripherie gerade sich verzweigende Fortsätze absendet. Diese Zellen sind nach ihrer Lage der oberflächlichen Schicht der Zellen der Abb. VII identisch.

Neben ihnen können wir beim Schaf-Embryo von 14 cm andere Zellen bemerken, die tiefer auf verschiedenen Höhen der inneren Körnerschicht liegen. Ihr Zellenkörper in der Abb. X übertrifft, um ein weniges an Größe die soeben beschriebenen; denn wegen Vorhandensein der Menge solcher Nadeln um den Zellkörper kann man schwer über die Form der letzteren urteilen. Beim Katzen-Embryo von 8 und 12 cm treffen wir zufällig diese Unbequemlichkeit nicht an und deshalb treten die Zellenkörper deutlich hervor. Diese Zellen (n_1) scheinen uns, dank ihrer tiefen Lage, analog den Zellen n_1 der Abb. VII, die in den sehr tiefen Schichten der Kleinhirnrinde liegen. Zu Gunsten dafür spricht hauptsächlich der Umstand, dass wir auf den entsprechenden, in Hermann'scher Flüssigkeit fixierten Objekten sowohl in den oberflächlichen als auch tiefen Schichten eine beständige Anwesenheit sowohl tiefer wie auch oberflächlicher Zellen sehen; wir geben also mit anderen Worten zu, dass die soeben beschriebenen Zellen dieselben sind, welche wir in den frühen Perioden antrafen, nur dass sie sich bereits ein wenig differenziert haben. Diese Differenzierung besteht darin, dass die Zellenkörper an Umfang ein wenig zugenommen haben und die Fortsätze an Seitenverzweigungen reicher geworden sind. Wir sprechen absichtlich darüber, da wir beim Katzen-Embryo von 8 cm bereits eine neue Bildungsquelle der Neurogliazellen be-

obachten — nämlich die äußere Körnerschicht. Lugaro erwähnt in seiner Abhandlung über die Histogenese der Körner unter anderem die Anwesenheit von jungen Neurogliazellen in dieser Schicht. Alfred Schaper spricht auf Grund seiner Beobachtungen ebenfalls diese Meinung, aber nur als Vermutung, aus, die jedoch von Lugaro bestätigt wird.

Die Abbildung XVII gibt uns einen Begriff von den einfachsten Neurogliazellen, die auf Kosten der Körner der äußeren Körnerschicht eingedrungen sind. Die Form des Zellkörpers ist die polygonale oder die länglich-ovale; in der Verteilung der Fortsätze ist keine Regelmäßigkeit bemerkbar; die einen von ihnen sind moosartig, die anderen nicht; die Lage der Zellen ist bald vertikal, bald schief, bald horizontal. Es würde uns natürlich schwer sein, dieselben als Neurogliazellen anzusehen, wenn wir uns nur nach ihrem äußeren Aussehen richten würden; aber darin hilft uns einerseits die große Aehnlichkeit dieser Zellen mit den unzweifelhaften jungen Neurogliazellen (siehe *k* Abb. XVI), andererseits der Umstand, dass man beim Uebergang der Körner in die Nervenzellen ähnlichen Bildungen nicht begegnet. Es wäre überhaupt nichts mehr als billig, zu sagen, dass die Bildung der Neurogliazellen aus der äußeren Körnerschicht in dieser Periode (Embryo von 8 cm) nur beginnt, in der folgenden (Embryo von 12 cm) bereits gewisse Dimensionen angenommen hat; bei den neugeborenen Tieren aber (wie aus der Abb. XXI zu ersehen ist) ihre größte Intensität erreicht. Diese Beobachtung lässt vermuten, dass die mehr geformten Neurogliazellen, die wir beim Katzen-Embryo von 8 und 12 cm (s. Abb. XVI u. XV) antreffen, ihre Entstehung den Spongioblasten der Kleinhirnplatte und nicht den Elementen der äußeren Körnerschicht zu verdanken haben, widrigenfalls es ja sehr unwahrscheinlich wäre, dass die letzteren sich so schnell in erwachsene Formen differenzieren könnten.

Wir wollen noch bemerken, dass die jungen Neurogliazellen (siehe Abb. XVI) außer den äußern Fortsätzen, sehr häufig noch einen inneren, der dem Axenzylinder der Nervenzelle ähnlich ist, absenden. Dieser Fortsatz ist fürwahr ein wenig dicker, gröber und nicht selten mit einem moosartigen Belag bedeckt, was wir beim Axenzylinder der Nervenzelle nie beobachteten.

Die auf der Abb. XIV u. XV abgebildeten Neurogliazellen haben die verschiedenartigsten Formen; einige von ihnen behielten noch denselben ursprünglichen inneren Fortsatz, von welchem wir soeben sprachen; einige von ihnen sind außerdem mit moosartigen Ablagerungen bedeckt. In den embryonalen Zellen stellen solche Ablagerungen und die Anwesenheit eines inneren Fortsatzes eine gewöhnliche Erscheinung vor, in den Erwachsenen werden sie wohl fast nie beobachtet, und deshalb gehen wir wohl kaum fehl, wenn wir diese

Merkmale zu der Charakteristik der sich entwickelnden jungen Neurogliazellen zuschreiben. Hierher muss man noch eine Eigenschaft des Zellkörpers, eine ungeheuere Zahl kurzer Fortsätze auf ihrer ganzen Peripherie herauszulassen, hinzurechnen. Wenden wir uns jetzt zu den Neurogliazellen beim Katzen-Embryo von 12 cm. Die Zellen haben in dieser Periode einen etwas anderen Charakter, wie wir dieses beim Katzen-Embryo von 8 cm sehen. Allem zuvor wollen wir auf die große Verschiedenheit der Formen hinweisen. Die Form des Körpers stellt sehr unregelmäßige Figuren vor, einen Begriff von denselben kann man sich besser nach Abbildungen als nach der Beschreibung machen. Diese Unregelmäßigkeit wird hauptsächlich dadurch bedingt, dass der Zellenkörper von allen Seiten bald von dicken, langen, bald von kurzen Anhängseln, die ihre Grenze stark markieren, umsäumt ist (s. Abb. XII, XIII u. XIV). Die größte Zahl von Anhängseln wird in den Zellen, die in der inneren Körnerschicht liegen (s. Abb. XII n_1), beobachtet; diejenigen Zellen aber, die in der molekulären Schicht oder auf der Höhe der Purkinje'schen Zellen liegen, haben entweder gar keine Anhängsel oder nur eine sehr geringere Anzahl und auch die sind moosartig. Neben diesen komplizierten Formen begegnet man auch sehr einfachen, wie z. B. Figur *a* in der Abb. XIV: der Zellenkörper ist gar nicht groß; die nach oben abgehenden Fortsätze unterscheiden sich wesentlich durch nichts von den ähnlichen, in den frühen Perioden beschriebenen; außerdem hat die Zelle noch einen inneren dicken Fortsatz. Die oberen Fortsätze steigen, wie bereits früher erwähnt wurde, zur Kleinhirnoberfläche hinauf und endigen, indem sie die M. limitans externa bilden, mit stecknadelförmigen Erweiterungen; auf ihrem Wege senden sie vertikal nach oben Zweige ab; von einer jeden Zelle gehen einige Fortsätze ab. Zuweilen besitzt die Neurogliazelle nur einen, nach oben nur sich verzweigenden Fortsatz; eigentümlicher Weise besteht der ganze Körper dieser Zelle aus Anhängseln (s. Abb. XIV n_2); bei einer anderen Zelle (s. Abb. XIII n_1) hat sich der Körper in die Länge gezogen und ist von strahlenförmig umlagerten kleinen Fortsätzen umgeben. Schließlich treffen wir in der weißen Substanz Neurogliazellen (s. Abb. XII n_1) an, die mit der Kleinhirnoberfläche nicht verbunden, nach allen Seiten dicke, parallel den Nervenfasern verlaufende Fortsätze absenden. In der dem Katzen-Embryo dieser Periode entnommenen Abbildung (XIV) begegnen wir einer großen, in der inneren Körnerschicht liegenden Zelle. Sie trägt unzweifelhaft den Ausdruck der embryonalen Bildung, da ihr Körper eine Menge dicker und unregelmäßiger, außerdem noch viele kurze Fortsätze besitzt; die anderen Zellen sind ebenfalls mit ähnlichen Fortsätzen versehen.

Wir müssen noch eine Varietätsform der Neurogliazelle, die zuerst von Ramon y Cajal auf den nach der Golgi'schen Methode be-

arbeiteten und unter dem Namen spinnenartige Zellen bekannten Präparaten, erwähnen. Diese Zellen liegen, wie wir bereits früher erwähnten, stets neben den Gefäßen. Ramon y Cajal behauptet, dass diese Zellen ihre Entstehung dem Endothel der Gefäße zu verdanken haben. Die Beobachtung dieses Autors können wir nur in dem Sinne bestätigen, dass im Anfange ihres Auftretens diese Zellen unmittelbar den blutführenden Kapillaren anliegen, in den späteren Perioden beginnt die Zelle, je mehr sie sich mit zahlreichen Fortsätzen versieht, von der Wand der Kapillare abzurücken, ist mit ihr jedoch durch eine mehr weniger dicke Verbindung verbunden; der letztern Form begegnet man in den entwickelten Organen. Wir können aber aus Mangel an Beweisgründen nicht behaupten, dass diese Zellen aus dem Endothel hervorgegangen sind.

Fassen wir all das über die Histogenese der Neurogliazellen Gesagte zusammen, können wir zu folgenden Schlüssen kommen: a) In der Kleinhirnrinde bilden sich die Neurogliazellen aus zwei Quellen, 1. aus den Zellen der Keimschicht, die die Spongioblasten erzeugen, welche sich später in Neurogliazellen differenzieren und 2. aus den Elementen der äußeren Körnerschicht. b) Die Differenzierung der aus der Keimschicht entstandenen Zellen besteht darin, dass der Körperumfang der Zelle sich vergrößert und die Fortsätze sich vermehren; in dem Maße wie die junge Zelle wächst, lässt sie eine Menge bald dicker, bald kurzer Anhängsel heraus. c) Diese Anhängsel unterscheiden sich wesentlich durch nichts von den in den embryonalen Nervenzellen beschriebenen. d) In den durch ihre Fortsätze mit der äußeren Kleinhirnoberfläche verbundenen Neurogliazellen gehen folgende weitere Veränderungen vor: ihre äußeren Fortsätze nämlich nehmen zuweilen an Zahl zu, zuweilen bleiben sie aber in demselben embryonalen Zustande, den wir für ganz junge Zellen beschrieben haben d. h. von der Zelle geht nach außen ein einziger, entweder sich gar nicht oder sich nur leicht verzweigender Fortsatz ab. e) Diese Fortsätze atrophieren nach unseren Beobachtungen bei einigen Zellen und auf diese Weise bleibt in den tiefen Teilen des Kleinhirns eine sternförmige, mit der Peripherie nicht verbundene Zelle (siehe Abb. XII n_1) nach. In den Endstadien des intrauterinen Lebens des Embryos beginnen die Elemente der äußeren Körnerschicht sich in Neurogliazellen zu differenzieren. f) Die auf eine solche Weise gebildeten, sehr einfachen Formen der Neurogliazellen haben das Aussehen polygonaler Körperchen mit einem, zuweilen sich verzweigenden, äußeren Fortsatz und einem anderen — inneren. g) Der innere Fortsatz erhält sich zuweilen lange, zuweilen aber schwindet er (s. Abb. XIV, XV u. XVI). h) Die mehr bei den Neugeborenen (Abb. XXI) ausgesprochene Differenzierung dieser Körperchen unterscheidet sich wesentlich durch nichts anderes, was wir soeben beschrieben haben, d. h. der Zellen-

körper vergrößert sich allmählich und gibt eine Menge kleiner Fortsätze und Anhängsel ab, die äußeren Fortsätze verzweigen sich immer mehr und mehr. i) Der Umfang der Zelle nimmt, je mehr sie sich in die inneren Teile der Rinde senkt, an Größe zu.

(Fünftes Stück folgt.)

Ueber Möglichkeit und Zweckmäßigkeit der Anzucht früherblühender Reben.

Von Prof. Dr. **Noll** in Bonn [1]).

Alljährlich wiederholt sich dem Bewohner weinbautreibender Gegenden das Bild, dass die Rebenblüte, die eigentliche Vorbereitung zur Fruchtbildung der Weinstockes, in eine Jahreszeit fällt, da Kirschen und Erdbeeren, Johannistrauben und Stachelbeeren bereits die Zeit und die Bedingungen zur nahen Reife gefunden haben. Andererseits wiederholt sich leider nur zu oft die Erscheinung, dass dann zum Schluss der sommerlichen Vegetationsperiode der Weinstock zu spät kommt, um seine Früchte so ausreifen zu lassen, wie es für einen edlen Most wünschenswert ist.

Der Weinstock verschläft sozusagen die ersten Sommerwochen und bringt eine von vielen Pflanzen gut ausgenutzte lange Zeit in Unthätigkeit zu, während es ihm im Spätherbste oft nur an einer bis zwei Wochen Frist fehlt, um noch einen süßen Most zu liefern.

An dem Eintreten ungünstiger Witterung im Spätherbst oder schon früher ist nun einmal nichts zu ändern; wohl aber könnten wir die Reifezeit des Weines verlängern, falls es uns gelänge früher blühende Reben zu erziehen, was durch Zuchtwahl zu erreichen sein muss. Wenn es uns so gelänge, die Rebe zu einem früheren Erwachen oder wenigstens Erblühen und einer besseren Ausnutzung des Vorsommers zu veranlassen, würden wir im Wesentlichen dasselbe wie mit einem verlängerten warmen Spätherbste erreichen.

Es ist ja einerseits nicht zu verkennen, dass das verhältnismäßig späte Austreiben der Rebe gerade zu der Möglichkeit, sie in unseren nördlichen Gegenden noch mit Vorsicht zu kultivieren, sein Teil beiträgt. Die klimatischen Verhältnisse fordern darum aber noch nicht ein Hinausschieben der Blütezeit bis zur Mitte oder gar gegen Ende des Juni. Oft noch lange nach ihrer Entfaltung und Streckung harren an den kräftigen jungen Trieben die Gescheine ihres Aufblühens, und man kann nicht sagen, dass sie damit dann immer in eine günstigere Witterung hinein kämen, als sie Wochen vorher schon vorgefunden haben würden. Oft ist gerade das Gegenteil der Fall. Dann aber liegen die Aussichten für einen guten Herbstertrag doppelt schlimm. Zu der geringen Quantität kommt dann aus Mangel an Reifezeit mit größerer Wahrscheinlichkeit noch die schlechte Qualität. Trifft eine frühere Blüte zufällig schlechte Witterung, dann ist doch noch wenigstens Aussicht, dass eine längere Reifezeit die Qualität hebt.

Ich erinnere mich einer Anzahl von Jahren, wo eine frühere Traubenblüte in besseres Wetter gekommen wäre, als es die normale späte Blüte that-

1) Aus der Zeitschrift des landwirtschaftlichen Vereins für Rheinpreußen, mitgeteilt vom Herrn Verfasser.

sächlich traf, wo also doppelte Vorteile dem Herbstertrag zu Gute gekommen wären bei früherem Eintritt der Blüte.

Um mich aber nicht allein auf persönliche Erinnerungen und Eindrücke zu verlassen, habe ich die in Betracht kommenden Witterungsverhältnisse der letzten 20 Jahre (1877—1896) aus den Aufzeichnungen der k. Universitäts-Sternwarte zu Bonn, die mir in dankenswerter Weise gütigst zur Verfügung gestellt wurden, für die letzten beiden Mai-Wochen und den Juni verglichen und gebe nachstehend die für die Vegetation maßgebenden berechneten und ausgezogenen Zahlen in Celsiusgraden:

	Mai	
	18.—24. 7 Tage	25.—31. 7 Tage
Mittel der Wochen-Minima . .	9,1	10,6
„ „ „ -Maxima . .	19,0	20,2
Durchschnittswärme der Woche	**14,05**	**15,55**
Anzahl der Tage mit Niederschlag	3,6	3,0
Menge der Niederschläge in mm	10,8	8,7
Mittel d. kleinsten Min. v. 20 Jahren	5,7	7,2
„ „ größt. Minima „ 20 „	12,8	14,0
„ „ kleinst. Max „ 20 „	14,8	16,1
„ „ größt. Maxima „ 20 „	23,4	24,7
Kleinste vorgekommene Tages-Minima in 20 Jahren	0,1. 1,7. 2,8	4,3. 4,8. 5,0
Größte vorgekommene Tages-Maxima in 20 Jahren	27,0. 28,3. 31,0	30,2. 32,1. 32,4

	Juni		
	1.—7. 7 Tage	8.—15. 8 Tage	16.—30. 15 Tage
Mittel der Wochen-Minima . .	11,4	11,6	12,55
„ „ „ -Maxima . .	21,8	20,65	22,10
Durchschnittswärme der Woche	**16,65**	**16,10**	**17,32**
Anzahl der Tage mit Niederschlag	3,6	4,15 [3,6] *)	7,5 [3,7] *)
Menge der Niederschläge in mm	16,2	21,1 [18,5] **)	33,6 [16,8] **)
Mittel d. kleinsten Min. v. 20 Jahren	9,0	8,6	8,6
„ „ größt. Minima „ 20 „	15,25	14,9	16,6
„ „ kleinst. Max. „ 20 „	16,7	16,6	16,7
„ „ größt. Maxim. „ 20 „	26,4	25,1	28,45
Kleinste vorgekommene Tages-Minima in 20 Jahren	4,3. 4,4. 5,9	5,0. 5,7. 6,0	4,7. 6,5. 6,8
Größte vorgekommene Tages-Maxima in 20 Jahren	30,3. 30,4. 31,7	29,6. 31,0. 31,4	30,2. 30,6. 32,8

Aus diesen Zahlen — von denen die Mittelwerte aus den Jahrzehnten 1877—86 und 1887—96 nur im Zehntelgrade abweichen, die also aus genügend langen Zeiträumen schon abgeleitet sind — geht hervor, dass die Durchschnitts-

*) und **) Die hier eingeklammerten Zahlen sind die auf 7 Tage berechneten direkten Vergleichswerte.

temperatur, mit Ausnahme der zweiten Juniwoche, zwar stetig zunimmt, aber doch nur um sehr geringe Größen, von Ende Mai bis Ende Juni um nicht ganz zwei Celsiusgrade. Von größerer Bedeutung als die geringe Differenz in der Mitteltemperatur (von 15,5 bis 17,3°) sind die vorkommenden kleinsten Minima und die höchsten Tages-Maxima der beobachteten Wochen. In der vorletzten Maiwoche fiel das Thermometer der Sternwarte in 2 von 20 Jahren unter + 2° C., in einem Jahre (1880) sogar auf + 0,1° C. In der letzten Maiwoche finden wir die kleinsten Minima mit 4,3; 4,8° C., Zahlen, wie sie aber auch in der zweiten Junihälfte mit 4,7 wiederkehren. Selbst die zweite Juniwoche zeigt nur um Zehntelgrade höhere Minima, die für die Vegetation kaum in Betracht kommen. Die höchsten Wärmegrade[1]) (im Schatten gemessen), bleiben sich in den betrachteten Zeiträumnn annähernd gleich, und auch die Häufigkeit und Menge der Niederschläge zeigt im Durchschnitt nur geringe Abweichungen. Die einzige ausgesprochene Bevorzugung genießt mit nur 3,0 Tagen mit 8,7 mm Niederschlagsmenge die letzte Maiwoche.

Schließt man also, der vorkommenden kleinsten Tages-Minima wegen, die vorletzte Maiwoche aus, so wird der Weinstock von der letzten Maiwoche ab bis Ende Juni durchschnittlich die gleichen Witterungsaussichten für sein Blühen haben.

Wie soll man nun zu einem Reben-Material gelangen, welches früher in die Voll-Blüte eintretend, die Sommerwochen extensiver zur Ausbildung und Reife seiner Beeren ausnutzen könnte?

Um jedes Missverständnis von vornherein auszuschließen, muss hier zunächst betont werden, dass diese Aufstellung nicht auf eine Empfehlung zum Aufbau sogenannter Frühtrauben hinausläuft, also nicht dem Anbau anderer Sorten, als der, trotz öfterer klimatischer Misserfolge, bewährten Traubensorten das Wort reden will, sondern dass es hier einzig auf früher blühende Individuen eben dieser bewährten Weinsorten, zumal von Rieslingen, abgesehen ist.

Es kommen also nur Stöcke in Betracht, die aus inneren unbekannten Ursachen, aus innerer Anlage heraus und nicht durch die Gunst äußerer Verhältnisse, früher in die Blüte eintreten, als dies jetzt bei unseren Reben allgemein der Fall ist. Es würde sich also um eine, in dieser bestimmten Richtung abweichende sog. Knospen-Variation handeln, wie sie nicht künstlich hervorgerufen werden kann, sondern wie sie zumal bei kultivierten Pflanzen, scheinbar ganz zufällig und meist selten, ganz von selbst einmal irgendwo auftreten. Auf diesem Wege sind ja auch unsere buntblätterigen und schönblätterigen Zierpflanzen, wie auch unsere meisten Obst- und Gemüsesorten zunächst entstanden.

Dass die Rebe, wie fast alle unsere Kulturpflanzen bezüglich der Blütezeit kleinere oder größere Variationen zeigt, ist von vornherein wahrscheinlich, und man wird alljährlich daran durch Zeitungsnotizen erinnert, welche als Merkwürdigkeit verzeichnen, dass in diesem oder jenem Weinberge bereits blühende Weinstöcke gefunden worden seien. Unter diesen Frühblühern werden jedenfalls solche sein, die durch die Gunst des Standortes „getrieben", unter

1) Ueber die Dauer des direkten Sonnenscheins geben die Aufzeichnungen der Bonner Sternwarte leider keinen Aufschluss. Die Aufzeichnungen, die darüber von der Wetterwarte des akademischen Versuchsfeldes in Poppelsdorf (Professor Dr. Wohltmann) gemacht werden, reichen nicht über die letzten 3 Jahre zurück.

ungünstigeren Verhältnissen aus sich selbst heraus keinen Vorsprung erlangt haben würden. Solche Frühblüher sind natürlich für die hier in Betracht kommende Zuchtwahl wertlos. Es mögen aber auch Reben oder einzelne Sprosse unter diesen Frühblühern sein, die aus innerer Anlage ihre Blüten früher entfalten als die Artgenossen. Diese für unsern deutschen Weinbau mit seiner kurzen Reifezeit äußerst wertvollen Abweichungen gilt es zu erhalten und zu vermehren und so für den Weinbau nutzbar zu machen.

Um dies einzuleiten, werden diese Reben gleich bei ihrer Entdeckung und, nachdem man sich überzeugt hat, dass sie nicht durch besonders vorteilhafte äußere Einwirkungen früher blühen, sorgfältig und auffällig, etwa durch ein rotes Band oder dergl. zu bezeichnen sein und es wird darauf zu achten sein, ob dem früheren Blühen auch eine frühere Reife entspricht, was ja allein für den praktischen Wert ausschlaggebend ist, Sollte dies der Fall sein, so ist die frühblühende resp. frühreifende Rebe mit allen ihren Seitensprossen, die nicht entfernt werden sollten, als Setzrebe zu verwenden.

Solche Setzreben müssten, um über ihren relativen und absoluten Wert ein Urteil zu ermöglichen, nun einer jahrelangen Kontrole und Vergleichung unterzogen werden, und das geschieht natürlich am besten, indem sie auf einem bestimmten Gelände zu diesem Zwecke vereinigt werden. Es ließe sich dann auch daran denken, die wertvolle Abweichung noch weiter bis zu einem wünschenswerten Grade zu steigern, da Variationen in der angenommenen neuen Richtung häufig weitergehen. Da dem einzelnen Weinbautreibenden der Raum und die Zeit zu sorgfältigem Experimentieren nicht zu Gebote steht, da er weiterhin, selbst wenn sich in seinem Weinberg zufällig ein wertvoller Frühblüher findet, kaum die nötige Uebersicht hat, um seinen relativen Wert zu ermessen, so hat der Verfasser die Absicht, mit Unterstützung der k. landwirtschaftlichen Akademie in Poppelsdorf einen Versuchsweinberg zur Kontrole und Anzucht früh blühender Individuen unserer bewährtesten Weinstock-Sorten anzulegen. Nur durch die einer Centralstelle gebotene Uebersicht und Auswahl des besten Materials ist ein rascher Fortschritt ermöglicht, der natürlich auch von der Größe des beobachteten Areals und ursprünglichen Beobachtungsmaterials abhängig sein wird. Nur wenn im ganzen weinbautreibenden Gebiete auf früh blühende Knospen-Variationen geachtet wird und von dem, wie gesagt, ganz zufällig und an beliebigem Orte, im kleinsten entlegenen Weinberge wie in großen Weingütern auftretenden wertvollen Naturgeschenk nichts übersehen wird und achtlos verkommt, ist ein rascheres Erreichen des Zieles vorauszusehen.

Der Verfasser bittet deshalb alle Weinbautreibenden sowie Alle, denen die Förderung des heimischen Weinbaues am Herzen liegt, ihn vom Auffinden wesentlich früher blühender Reben der gedachten Art zu benachrichten und zugleich diese Reben in der angegebenen Weise dauernd kenntlich zu machen.

Ebenso bittet er in gleicher Weise zu verfahren mit Reben, die, ob früher oder später blühend, früher reife Trauben zeitigen, die sich also durch beschleunigte Reifungs-Vorgänge, also eine intensivere Ausnutzung der Sommerwochen auszeichnen. Freilich ist das Reifen seinem Zeitpunkte nach nicht so sicher festzustellen wie das Aufblühen.

Je umsichtiger die Beobachtung der Weinberge gehandhabt wird, je größer das Areal, auf dem die Beobachtung vorgenommen wird, desto größer ist die Aussicht bei sonstigem Gelingen des Versuches, um für unsern deutschen Wein-

bau zu einem Reben-Material zu kommen, welches die kurze Spanne unseres Sommers besser ausnutzt als die bisher kultivierten Stöcke, die reichlich zwei Wochen durch früheres Aufblühen an einem Sommer gewinnen könnten, Wochen, die häufig genug in kritischen Jahren über den Wert des Herbstes und über viele Hunderttausende von Volksvermögen entscheiden. [82]

---

69. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig.

20. bis 25. September 1897.

Allgemeine Tagesordnung. *Sonntag, 19. September. Nachmittags* $2^1/_2$ *Uhr: Besichtigung der auf dem Leonhardplatze zu veranstaltenden Volks- und Jugendspiele (geleitet auf Veranlassung des deutschen „Ausschusses für Volksspiele" und der Geschäftsführung von Herrn Prof. Dr. Konr. Koch). — Abends 8 Uhr: Begrüfsungs-Abend in der Egydienhalle (mit Damen).*

Montag, 20. September. Morgens 9 Uhr: I. Allgemeine Sitzung in Brüning's Saalbau (Grofser Saal): 1. Eröffnung durch den ersten Geschäftsführer der Versammlung, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Wilh. Blasius; 2. Begrüfsungsansprachen; 3. Mitteilungen des ersten Vorsitzenden der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte, Herrn Hofrat Prof. Dr. Victor Edler von Lang (Wien); 4. Vortrag des Herrn Prof. Dr. Rich. Meyer (Braunschweig): Chemische Forschung und chemische Technik in ihrer Wechselwirkung; 5. Vortrag des Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Wilh. Waldeyer (Berlin): Befruchtung und Vererbung. — Nachmittags 3 Uhr: Bildung und Eröffnung der Abteilungen. — Abends 7 Uhr: Fest-Vorstellung im Herzoglichen Hoftheater: „Der wilde Jäger".

Dienstag, 21. September. Morgens 9 Uhr: Sitzungen der Abteilungen. — Nachmittags 3 Uhr: Sitzungen der Abteilungen. — Abends 6 Uhr: Allgemeines Fest-Essen in der Egydienhalle.

Mittwoch, 22. September. Morgens 10 Uhr: Gemeinsame Sitzung der Abteilungen der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe unter Beteiligung aller interessierter medizinischen Abteilungen in Brüning's Saalbau (Grofser Saal). Vorsitzender: Herr Geh. Hofrat Prof. Dr. Johannes Wislicenus (Leipzig). Thema: „Die wissenschaftliche Photographie und ihre Anwendung auf den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften und Medizin". — Bis jetzt haben Vorträge und Referate übernommen: Herr Prof. Dr. H. W. Vogel (Berlin): Einleitender Vortrag über den jetzigen Stand der wissenschaftlichen Photographie; Herr Dr. René du Bois-Reymond (Berlin): Die Photographie in ihrer Beziehung zur Lehre vom Stehen und Gehen; Herr Ingenieur Dr. Max Levy (Berlin): Ueber Abkürzung der Expositionszeit bei Aufnahme mit Roentgen-Strahlen; Herr Prof. Dr. Oscar Lassar (Berlin): Referat über die medizinische Anwendung der Photographie. — Auch erbietet sich Herr Prof. Dr. Emil Selenka (München), über die Anwendung der Photographie bei Forschungsreisen unter Vorführung der von seinen indischen Reisen mitgebrachten Glasphotographien zu sprechen. — Nachmittags 3 Uhr: Fortsetzung der gemeinsamen Sitzung der Abteilungen und der Diskussion über die wissenschaftliche Photographie und ihre Anwendung etc. — Nachmittags 5 bis 7 Uhr: Besichtigung der Uebungen in ersten Hilfeleistungen bei Unglücksfällen, welche in der Samariter-Schule Herr Dr. med. Willibald Eydam vorzuführen beabsichtigt. — Abends 8 Uhr: Fest-Commers (mit Damen) in der Egydienhalle.

Donnerstag, 23. September. Morgens 9 Uhr: Sitzungen der Abteilungen.— Nachmittags 3 Uhr: Sitzungen und Ausflüge der Abteilungen. — Abends 8 Uhr: Fest-Ball im Wilhelmsgarten (Eingang an der Katharinenkirche).

Freitag, 24. September. Morgens 9 Uhr: II. Allgemeine Sitzung in Brüning's Saalbau (Grofser Saal): 1. Vortrag des Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Johannes Orth (Göttingen): Medizinischer Unterricht und ärztliche Praxis; 2. Vortrag des Herrn Dr. Hermann Meyer (Leipzig): Im Quellgebiet des Schingu. Landschafts- und Volksbilder aus Centralbrasilien; 3. Schluss-Reden. — Mittags 1½ Uhr: Einfaches Mittagsessen in dem Bahnhofs-Restaurant und in benachbarten Gasthäusern: Hôtel Kaiserhof, Hôtel Monopol etc. — Nachmittags: Ausflüge (zur Auswahl) mit Damen: 1. nach Wolfenbüttel; 2. nach Königslutter. — Abends von 9 Uhr an: Abschiedszusammenkunft im Altstadt-Rathause zu Braunschweig (unter festlicher Beleuchtung des Rathauses und Brunnens von Seiten der Stadt).

Sonnabend, 25. September. Tagesausflug mit Damen nach Bad Harzburg. Abfahrt mit Extrazug 9 Uhr 5 Minuten früh.

Sonntag, 26. September. Tagesausflüge mit Damen: 1. nach Wernigerode und Rübeland; 2. nach dem Brocken mit Besichtigung der k. meteorologischen Station daselbst. — Aufserdem hat der Bürgermeister von Pyrmont, Herr Rud. Ockel, in Erinnerung an die 17. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, welche 1839 in Pyrmont tagte, die Teilnehmer an der Versammlung nebst ihren Damen freundlichst eingeladen zu einem zweitägigen Ausfluge nach Pyrmont.

***Programm der Abteilungen.** Botanik. Angemeldete Vorträge: Drude Oscar (Dresden): Die Vegetationslinien im hercynischen Bezirk der deutschen Flora. — Kohl Friedr. Georg (Marburg): Zur Physiologie des Zuckers. — Wehmer Carl (Hannover): Gärungsprozesse in starken Salzlösungen. — Gemeinsam mit der Abteilung tagt die „Deutsche botanische Gesellschaft", deren General-Versammlung Dienstag, 21. September, 10 Uhr Morgens stattfindet. — Besichtigung des herzoglichen botanischen Gartens Donnerstag, 23. September, 11½ Uhr Morgens und Ausflug nach dem herzoglichen Forstgarten bei Riddagshausen Dienstag, 21. September, 3 Uhr Nachmittags.*

Zoologie. Angemeldete Vorträge: v. Berlepsch Hans Graf (Schloss Berlepsch): Thema vorbehalten. — Blasius Wilhelm (Braunschweig): Demonstration von Fossilresten aus Rübeländer Höhlen. — Brandes Gustav (Halle a. S.): Thema vorbehalten. — Brockmeier H. (M.-Gladbach): Ueber die beiden Schneckenarten: Achatina acicula und Limnaea truncatula. — Hubrecht A. A. W. (Utrecht): Die Rolle des embryonalen Trophoblastes bei der Placentation (mit Demonstrationen an mehreren Säugetiergattungen). — Nehring Alfred (Berlin): Ueber diluviale Reste von arktischen und von Steppen-Säugetieren in den belgischen Höhlen und ihre Beziehungen zur Diluvialfauna Mitteleuropas. — Reichenow Anton (Berlin): Thema vorbehalten. — Schäff Ernst (Hannover): Darf unsere Kenntnis der Wirbeltiere Deutschlands als abgeschlossen angesehen werden? — Selenka Emil (München): Ueber die geographische Verbreitung der Tiere. — Selenka Emil (München): Ueber Placentation der Affen. — Semon Richard (Jena): Ueber die Entwicklung der paarigen Flossen von Ceratodus. (Mit Vorbehalt.) — Semon Richard (Jena): Ueber die Placenta und ihre Eihüllen bei Monotrematen und Marsupialien. (Mit Vorbehalt.) — Strahl Hans (Giefsen): Ueber die Placenta der Raubtiere. — Thilo Otto (Riga): Die Darstellung der Knorpel- und Knochengerüste mit

verdünnter Schwefelsäure (Vorlage von Präparaten und Modellen). — Gemeinsame Sitzungen mit: 1. den Abteilungen für Geburtshilfe und Gynäkologie, sowie für Anatomie, in welcher als Thema „Die Placenta und ihre Eihüllen" behandelt werden soll; 2. der Abteilung für Mineralogie und Geologie, in welcher der obige Vortrag des Herrn Nehring (Berlin) und die Demonstration des Herrn W. Blasius (Braunschweig) stattfinden werden; 3. den Abteilungen für Geographie, Mineralogie und Geologie, Geodäsie und Kartographie, sowie Physik und Meteorologie, in welchen u. a. Herr W. Halbfass (Neuhaldensleben) einen Vortrag über die „Erforschung der norddeutschen Seen" zu halten beabsichtigt und voraussichtlich auch die anderen bei der Geographie angekündigten Vorträge der Herren Lehmann und Hans Meyer, sowie ein physikalischer Vortrag des Herrn Deležal über Wolkenmessungen gehalten werden. — Eine Besichtigung des herzoglichen naturhistorischen Museums wird sich an die gemeinschaftliche Nachmittags-Sitzung am Dienstage anschliefsen.

Entomologie. Angemeldete Vorträge: Fruhstorfer Hans (Berlin): Ueber die Lepidopterenfauna der Insel Lombok (mit Demonstrationen). — Kilian F. (Stromberg, Hunsrück): Ueber die Expedition Cook und Smith nach Timbuktu. — Kilian F. (Stromberg, Hunsrück): Ueber meine vorjährige Reise nach Teneriffa.

Anatomie. Angemeldete Vorträge: v. Bardeleben Karl (Jena): Eintrittsstellen und Verteilung der Nerven in den Muskeln, besonders an den menschlichen Gliedmafsen (mit Demonstrationen von Dr. F. Frohse, Berlin). — v. Bardeleben Karl (Jena): Die „Zwischenzellen" des Säugetierhodens (mit Demonstrationen). — v. Bardeleben Karl (Jena): Dimorphismus der männlichen Geschlechtszellen (mit Demonstrationen). — Fäsebeck Ferdinand (Braunschweig): Die Höhlen der Schädel- und Gesichtsknochen (mit Demonstrationen). — Frohse F. (Berlin): Demonstrationen (s. oben). — His Wilhelm sen. (Leipzig): Demonstrationen von Präparaten, betr. die Placenta und ihre Eihüllen. — Kallius Erich (Göttingen): Thema vorbehalten. — Merkel Friedrich (Göttingen): Zur Entwicklung des Respirationsapparates. (M. V.) — Merkel Friedrich (Göttingen): Zur Histologie der Wand des Dünndarms während der Verdauung. (M. V.) — Solger Bernh. (Greifswald): Zur Kenntnis der Struktur der Nervenzelle (Torpedo). — Solger Bernh. (Greifswald): Ueber amitotische Teilung eingekerbter und durchlöcherter Kerne (Cymbulia). — Solger Bernh. (Greifswald): Ueber vitale Färbung mit Methylenblau und Neutralrot. — Solger Bernh. (Greifswald): Das „Prozymogen" (Bensley) der menschlichen Glandula submaxillaris (Demonstration). — Waldeyer Wilh. (Berlin): Thema vorbehalten. — Wiedersheim Robert (Freiburg i. Br.): Thema vorbehalten. (M. V.) — Gemeinsame Sitzung mit der Abteilung für Instrumentenkunde für die Demonstration eines Mikrotoms für Gehirnschnitte durch Herrn Prof. Thoma oder R. Jung (Heidelberg).

Physiologie. Angemeldeter Vortrag: v. Frey Max (Leipzig): Zur Sinnesphysiologie der Haut. — Die Abteilung wird sich voraussichtlich an den Beratungen der Abteilungen für Zoologie, Anatomie und Hygiene etc. beteiligen.

Prof. Dr. Wilh. Blasius,
Geheimer Hofrat.

Prof. Dr. Rich. Schulz,
Oberarzt am herzogl. Krankenhause.

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. September 1897.** **Nr. 18.**

Inhalt: **Hoernes**, Die Fauna des Baikalsees und ihre Reliktennatur. — **Popoff**, Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde. (Fünftes Stück und Schluss.) — **Schultze**, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere. — v. **Wasielewski**, Sporozoenkunde, ein Leitfaden für Aerzte, Tierärzte und Zoologen.

Die Fauna des Baikalsees und ihre Reliktennatur.

Von Prof. Dr. **Rudolf Hoernes** in Graz.

Es ist seit langer Zeit darauf hingewiesen worden, dass im Baikalsee Tiere leben, welche sonst den Binnengewässern fremd sind und deren isoliertes Vorkommen nur durch Annahme einstigen Zusammenhanges jenes großen ostsibirischen Binnensees mit dem Meere erklärbar sei. Die Auffassung des Baikalsees als „Reliktensee" stützt sich hauptsächlich auf die diesbezüglich von A. v. Humboldt (Kosmos IV) ausgesprochenen Ansichten, die auch O. Peschel (in seinen neuen Problemen der vergleichenden Erdkunde) vertrat. In neuerer Zeit hat jedoch R. Credner in seiner Monographie der Reliktenseen einerseits auf Grund der Ergebnisse der Forschungen russischer Geologen in Ostsibirien, andererseits veranlasst durch kritische Erwägungen über den marinen Charakter der Baikal-Fauna die Reliktennatur des Baikalsees in Abrede gestellt[1]). Im zweiten Teile dieser Monographie „Ueber die Kennzeichen und die Entstehungsart der echten Reliktenseen" sucht Credner hauptsächlich auf Grund der Untersuchungen Czerski's den Nachweis zu führen, dass die geologische Geschichte des Baikalsees mit den Ansichten v. Humboldt's und Peschel's in Widerspruch stehe und der Baikalsee niemals mit dem Meere in Zusammenhang gestanden habe. Dies gelte namentlich auch für die spätere Tertiär- und Diluvialzeit, während welcher eine Meeresbedeckung der sibirischen Abdachung Centralasiens als erwiesen galt, auf deren Rückzug speziell die Umgestaltung des Baikalfjords zu dem jetzigen

1) Ergänzungshefte 86 und 89 zu Petermann's Mitteilungen (siehe daselbst auch die ausführlichen Angaben über die Litteratur des Baikalsees).

Binnensee zurückgeführt zu werden pflegte. Indessen hätten die in neuerer Zeit angestellten umfangreichen geologischen Untersuchungen im Gebiete der Lena und des Witim, des Jenissei und der Angara, ebenso wie südöstlich vom Baikalsee im Gebiete des Amur und seiner dortigen Zuflüsse nirgends marine, überall nur Süßwasserablagerungen festgestellt[1]). Im ersten Teile seiner Monographie[2]) versucht Credner auch die Annahme der Reliktennatur der Fauna des Baikalsees zu widerlegen. Besonderes Gewicht legt er diesbezüglich darauf, dass dem Auftreten des Seehundes im Baikalsee nicht jene Bedeutung zukomme, welche ihm von den Verfechtern der Reliktennatur zugeschrieben wird. Er macht insbesondere auf die Wanderungen von *Phoca* in Flüssen aufmerksam und führt dafür eine große Anzahl von Beispielen an, die indessen meiner Ansicht nach wenig beweisen, denn der Seehund des Baikalsees (zuerst von John Bell im Jahre 1763 erwähnt und von Steller 1774 und von Schreber 1776 näher geschildert) wird von Pallas mit Unrecht mit *Callocephalus vitulinus* vereinigt und von Radele als *Phoca annulata* beschrieben — er ist vielmehr, wie B. Dybowski gezeigt hat, eine eigene Form, welche in mehrfacher Beziehung von *Phoca annulata* verschieden ist, und welche B. Dybowski als *Phoca baicalensis* beschrieb; ebenso wie auch die *Phoca* des kaspischen Meeres weder mit *Phoca vitulina* noch mit *Phoca annullata* identisch ist, sondern gleichfalls eine eigene Art: *Phoca caspica* Nilsson darstellt. Ich glaube nun, dass diese beiden *Phoca*-Arten keineswegs auf dem Wege der Flusswanderung in die heute isolierten Binnenseen gelangt sind und sich dort in relativ kurzer Zeit so weit veränderten, dass sie nicht mehr mit ihren Stammformen identifiziert werden können, sondern dass sie herzuleiten sind von den *Phoca*-Formen des sarmatisch-pontischen Meeres der jüngeren Tertiärzeit, als dessen Dependenz der Kaspisee heute unzweifelhaft gilt, während die Reliktennatur der Baikalfauna, die allerdings auch in neuerer Zeit noch durch Autoritäten wie Neumayr[3]) und Ochsenius[4]) vertreten wurde, von Credner in Abrede gestellt wird. Ochsenius ist selbstverständlich, wie hier bemerkt sein mag, im Irrtum, wenn er meint, dass nur die *Phoca* die Isolierung des einstigen Meeresteiles überdauert hätte, während alle übrigen Repräsentanten der marinen Fauna zu Grunde gegangen wären, im Gegenteile leben im Baikalsee zahlreiche ursprünglich marine Formen, die allerdings verschiedene Beweiskraft für die Reliktennatur der Fauna besitzen. Gerne will ich zugeben, dass den Seehunden, wie auch gewissen

1) Ergänzungsheft 89, S. 26.

2) Ergänzungsheft 86, S. 59—61, sowie 87—98.

3) M. Neumayr, Erdgeschichte, Bd. I, 1886, S. 513.

4) C. Ochsenius in seiner Mitteilung über das Alter einiger Teile der südamerikanischen Anden. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. 38, 1886, S. 767.

Fischen von marinem Typus, die im Baikalsee leben (*Comephorus baicalensis* Dyb., *Cottus quadricornis* L., *Salmo migratorius* Pallas), nicht jene absolute Beweiskraft zukommt, welche ihnen von manchen Autoren zugeschrieben wird. Eine solche muss ich hingegen entschieden den Spongien des Baikalsees zuerkennen, welche durch W. Dybowski näher untersucht worden sind. Sie besitzen nicht bloß im äußeren Ansehen die größte Aehnlichkeit mit Meeresschwämmen, sondern stimmen auch im feineren Bau und in der Gestalt ihrer Kieselgebilde vollkommen mit solchen überein. Insbesondere ist in dieser Hinsicht *Lubomirskia baicalensis* Dyb. = *Spongia baicalensis* Pallas hervorzuheben, welche vollkommen übereinstimmend von Benedikt Dybowski am Strande der Behrings- und Kupferinseln entdeckt wurde. W. Dybowski betrachtet daher diesen Baikal-Schwamm mit Recht als eine echte Reliktenform, deren ursprünglicher und eigentlicher Wohnort das Behringsmeer oder die See überhaupt sei. Auch die von E. Grube untersuchten Planarien des Baikalsees scheinen mehr an marine als an Süßwasserformen zu erinnern.

Unter den Mollusken des Baikalsees wären nach Credner ebensowenig wie unter den Crustaceen dieses Binnensees Formen vorhanden, welche an marine Typen gemahnen. Die Molluskenfauna des Baikalsees, die uns insbesondere durch eine Monographie W. Dybowski's über die Gastropoden des Baikal bekannt wurde, stellt sich als eine überaus eigentümliche dar. Von den 25 Arten, welche Dybowski aufzählt, ist bis jetzt, wie er hervorhebt, aus anderen Weltteilen keine einzige, aus anderen Gegenden Sibiriens sind nur drei (*Benedictia limnaeoides* Schrenk, *Ancylus Sibiricus* Gerstfeldt, *Limnorea Angarensis* Gerstfeldt) bekannt geworden. Die 25 Arten des Baikalsees, womit die Zahl der Arten gewiss noch nicht vollständig angegeben ist, zeichnen sich in ihrem allgemeinen Habitus vor allen, aus anderen Weltteilen bis jetzt bekannten Arten so sehr aus, dass man die baikalische Gastropodenfauna als eine sehr eigentümliche ansehen muss. „Es ist dies um so auffallender, da die Mollusken der kleinen, von dem Baikalsee nicht sehr entfernten Süßwasserbassins (wie kleine Teiche, Tümpel, Gräben etc.) ganz den europäischen Charakter besitzen, abgesehen von geringen, lokal bedingten Unterschieden". Diesen Worten Dybowski's[1]) möchte ich zunächst die Aeußerung eines genauen Kenners der osteuropäischen jungtertiären Binnenbildungen und ihrer Faunen gegenüber stellen. Th. Fuchs sagt an einer Stelle[2]), welche leider der Beachtung Credner's entgangen ist,

1) Dybowski, Die Gastropodenfauna des Baikal-Sees. Mém. de l'Acad. imp. de St. Petersbourg, T. XXII, Nr. 8, 1875.

2) Fuchs, Ueber die lebenden Analoga der jungtertiären Paludinenschichten und der Melanopsis-Mergel. Verhandlungen der k. k. geolog. Reichs-Anst., Wien 1879, S. 298.

über die Molluskenfauna des Baikalsees wörtlich: „Die vor kurzem durch Dybowski und Gerstfeldt bekannt gewordene wunderbare Molluskenfauna des Baikal-Sees, die so vollständig von der paläarktischen Fauna abweicht und so zahlreiche Beziehungen zu den Süßwasserformen unserer Kongerienschichten erkennen lässt, ließ sich rationeller Weise nur als ein äußerster nördlicher Vorposten einer reichen Welt eigenartiger Binnenmollusken betrachten, welche die süßen Gewässer der südlich und östlich davon gelegenen Gebiete bevölkern musste". A. Bittner hat aus älteren Bildungen Oesterreichs einige Versteinerungen geschildert, welche mit Baikal-Gastropoden große Aehnlichkeit besitzen. Es sind dies *Hydrobia* (*Godlewskia?*) sp.[1]) und *Valvata* (?) *Rothleitneri* Bittn.[2]). Von der ersteren Form, die Bittner wegen ihrer mangelhaften Erhaltung nicht abgebildet hat, bemerkt er, dass sie in ihrer Gesamtgestalt ausserordentlich der Gattung *Godlewskia* des Baikalsees, speziell der typischen Form dieser Gattung, *G turriformis* Dyb. gleiche, da sie auch die eigentümlichen, schwachen und unregelmäßig verteilten Wülste besitze, wie die zitierte Art, auf welche Crosse und Fischer[3]) die Gattung *Godlewskia* gründeten. Bei der Schilderung der *Valvata Rothleitneri* wird von Bittner auf die ähnlich skulpturierte *Valvata baicalensis* Gerstf. deshalb hingewiesen, weil auch andere Beziehungen zwischen beiden Faunen zu bestehen scheinen. Während Fuchs auf Beziehungen der Baikal-Mollusken zu der Fauna der österreichischen Kongerienschichten, Bittner auf solche zu aquitanischen Formen hinwies, habe ich vor kurzem zu zeigen versucht, dass auch in den sarmatischen Schichten Oesterreich-Ungarns Conchylien vorkommen, welche mit Formen des Baikalsees große Aehnlichkeit besitzen[4]). Abgesehen von mannigfachen Varietäten der *Melanopsis impressa* Krauss, welche hinsichtlich der Aufhellung der Descendenz-Verhältnisse der Formengruppe *Melanopsis Martiniana* Fér. und *Mel. Vindobonensis* Fuchs Interesse besitzen, schilderte ich aus der oberen Abteilung der sarmatischen Stufe von Zemendorf, welche Ablagerungen ich der Mäotischen Stufe Andrussow's zurechne, eine Reihe von unstreitig nahe verwandten Formen aus der Familie der *Hydrobiidae*, welche nach meiner Ueberzeugung in innigen Beziehungen zu gewissen Baikal-Gastropoden stehen. Es sind dies *Hydrobia ventrosa* Mont. sp. *Hydrobia Frauenfeldi* M. Hoern. (*Rissoa angulata* Eichw.) und *Hy-*

1) A. Bittner, Die Tertiärablagerungen von Trifail und Sagor. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichs-Anst., 1884, S. 513.

2) loc. cit. S. 515, Taf. X, Fig. 15.

3) Crosse et Fischer, Journal de Conchyliologie, XXVII, pag. 145, Taf. IV, Fig. 5.

4) R. Hoernes, Sarmatische Conchylien aus dem Oedenburger Komitat. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichs-Anst., Bd. 47, Heft 1.

drobia (*Liobaikalia*) *Sopronensis* nov. form. Die letztgenannte Form ist vollkommen evolut, korkzieherartig gestaltet und gleicht außerordentlich den Gehäusen der *Leucosia Stiedae* Dyb. aus dem Baikal, für welche E. v. Martens 1878 die Gattung *Liobaikalia* creirte. Auch die beiden anderen Formen zeigen die Tendenz der Loslösung der Schlusswindungen, wie dies bereits von mehreren Autoren betont wurde. *Hydrobia ventrosa* Mont. kommt schon im Litorinellenkalk des Mainzer Beckens massenhaft vor, und Sandberger sagt von dieser Form, die er als *Litorinella acuta* Drap. anführt: „Anfractus ultimus ad aperturam subsolutus" — „Der letzte (Umgang) ist gegen die Mündung von dem vorletzten losgelöst[1]). Auch bemerkt Eichwald von seiner *Rissoa angulata* (= *Paludina Frauenfeldi* M. Hoern.): Tours detachés aux sutures"[2]). Mir lagen aus den sarmatischen Schichten von Zemendorf zahlreiche Schälchen vor, welche den Uebergang zwischen *Hydrobia Frauenfeldi* und *H. Sopronensis* bilden, indem sich nur die Schlusswindungen von dem übrigen Gehäuse loslösen oder, wenn auch die Abtrennung der Windungen schon früher beginnt, die losgelösten Umgänge sich nicht weit von ihren Vorgängern entfernen, so dass das Gehäuse in seiner Gesamtgestalt den normalen Schalen der *Hydrobia Frauenfeldi* gleicht. Andere Exemplare zeigen alle Stadien der Evolution bis zu den korkzieherförmigen Gehäusen der *Hydrobia Sopronensis*. Wenn ich die letzteren mit einem besonderen Namen bezeichnete, obwohl mir ihr inniger und unmittelbarer Zusammenhang mit vorkommenden *Hydrobia Frauenfeldi* unzweifelhaft schien, so geschah es deshalb, weil es sich gewiss nicht um eine bloße Missbildung einzelner Gehäuse handelt, die allenfalls als scalaride Formen der genannten Art hätten eingereiht werden können. Die Zahl der von mir untersuchten Exemplare schien an sich gegen diese Auffassung zu sprechen, — ich möchte jedoch auf diesen Umstand weniger Gewicht legen als auf die Verwandtschaftsverhältnisse der unstreitig ähnlichen Formen des Baikalsees, welche es wünschenswert erscheinen lassen, die sarmatischen aufgerollten Hydrobien mit einem eigenen Namen als besondere Form zu bezeichnen.

Dybowski hat in seiner Monographie der Gastropodenfauna des Baikalsees 1875 die Gattung *Limnorea* aufgestellt, welche zwei Untergattungen *Leucosia* und *Ligea* umfasst, und von welcher Gattung er meint, dass sie den *Hydrobiae* als gleichwertige Familie an die Seite zu stellen sei. Die beiden Familien unterscheiden sich hauptsächlich durch die Organisation des Tieres, die Beschaffenheit der Radula, insbesondere durch die Gestaltung der Mittelplatten, welche bei der Familie der *Hydrobiae* Basalzähne haben, während die von Dybowski untersuchten Arten von *Leucosia* und *Ligea* ganz glatte Mittelplattten

1) F. Sandberger, Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, S. 85.
2) Eichwald, Lethaea rossica III, S. 460.

aufweisen. Gegenwärtig werden diese Formen von den Conchyliologen der Familie *Hydrobiidae* als Unterfamilie *Baicaliinae* zugeteilt, so von P. Fischer, welcher folgende Diagnose dieser Unterfamilie giebt: „Pied simple, pas de denticulations basales à la dent centrale de la radula; verge non bifide; opercule corné, spiral“ [1]). Die sämtlichen Arten werden von Fischer unter der Gattungsbezeichnung *Baicalia* E. v. Martens 1876 zusammengefasst, jedoch zahlreiche Sektionen dieser Gattung angeführt: *Baicalia sensu stricto* für *Leucosia Angarensis* Gerstf. *sp.*, — *Liobaicalia* E. v. Martens 1878 für *Leucosia Stiedae* Dyb., — *Godlewskia* Crosse et Fischer 1879 für *Ligea turriformis* Dyb., — *Trachybaicalia* E. v. Martens 1876 für *Ligea carinato-costata* Dyb., — *Dybowskia* Dall. 1876 für *Ligea ciliata* Dyb., — *Maackia* Clessin 1880 für *Ligea costata* Dyb.

Diese Zersplitterung in Sektionen oder Untergattungen hat bei Formen, welche insgesamt nahe verwandt sind und gemeinsam vorkommen, keinen sonderlichen Wert; zumal der Schöpfung einer eigenen Gattung *Liobaicalia* für die evolute *Leucosia Stiedae* kann man angesichts ähnlicher Variationen bei den tertiären Hydrobien kaum zustimmen. So fremdartig solche evolute, korkzieherähnliche Gehäuse auch aussehen, verdienen sie doch höchstens als Formen mit eigenem Namen hervorgehoben, nicht aber als Typen besonderer Gattungen betrachtet zu werden.

Unstreitig weist die Neigung zur Evolution, welche wir schon an *Hydrobia ventrosa* des Mainzer Beckens wahrnehmen, und welche ihren stärksten Ausdruck in *Hydrobia Sopronensis* aus den obersarmatischen oder mäotischen Schichten des Oedenburger Comitates findet, auf verwandtschaftliche Beziehungen dieser tertiären Hydrobien und der *Baicaliinae* hin. Wir kennen allerdings von ersteren nur das Gehäuse, nicht aber das Tier, dessen Organisation allein für die Trennung der *Baicaliinae* entscheidend ist; ich möchte aber glauben, dass der Beschaffenheit der Mittelplatten der Radula z. B. kein allzuhohes Gewicht beizulegen wäre, zumal gerade eine andere, den *Hydrobiidae* im weiteren Sinne angehörige Gattung des Baikalsees, nämlich *Benedictia*, in dieser Hinsicht Verschiedenheiten erkennen lässt, und da die übrigen Formen: *Benedictia limnaeoides* Schrenk und *B. baicalensis* Gerstfeldt Leistenzähnchen am Basalteil der Mittelplatte aufweisen, während die Mittelplatten der *Benedictia fragilis* ungezähnelt sind, bei einer und derselben Gattung also recht verschieden gestaltete Zahnplatten auftreten.

Ich möchte aber noch auf einige Analogien zwischen tertiären Hydrobien und Baicalien hinweisen, um die wahrscheinliche Verwandtschaft derselben zu erläutern. Die sogenannten *Rissoa*-Formen der sarmatischen Stufe (*Rissoa influta* Andrez. *und Rissoa angulata* Eichw.), für welche Stoliczka 1886 den Namen *Mohrensternia* creierte, und

1) P. Fischer, Manuel de Conchyliologie, S. 724.

welche bald bei den Hydrobien[1]), bald bei den Rissoen[2]) eingereiht werden, scheinen mir eher mit *Ligea costata* und *Ligea contabulata* Dyb. verwandt zu sein, für welche Clessin 1880 den Gattungsnamen *Maackia* schuf. Auch manche Formen der pontischen Ablagerungen scheinen mir mit diesem Formenkreise in näherer Beziehung zu stehen, so die Gattung *Prososthenia Neum.*, insbesondere aber *Pleurocera* Fuchs von Raf. wie *Pleurocera costulata Fuchs* und *Pleurocera scalariaeformis* Fuchs von Radmanest[3]).

Es ist freilich eine missliche Sache, die Verwandschaft solcher Formen ohne Kenntniss der Tiere zu erörtern, die dereinst in den Schalen gelebt haben; immerhin scheint mir große Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass die angeführten Formen aus den Litorinellen-Schichten des Mainzer Beckens wie aus den sarmatischen und pontischen Schichten sowohl unter einander, wie nicht minder mit den bis nun stets als einem ganz isolierten Formenkreise angehörig betrachteten Baicalien in näheren verwandtschaftlichen Beziehungen stehen. Ist diese Vermutung richtig, dann wäre sie gewiss geeignet, neues Licht auf die oft behauptete und von Credner bestrittene Reliktennatur der Fauna des Baikalsees zu werfen.

Neumayr's Ausspruch[4]): „Wenn wir im Kaspi-See Seehunde, Meeresfische und einzelne Meeresmuscheln wie *Cardium edule*, *Venus gallina* etc. finden, wenn der Baikal-See ebenfalls Seehunde und eine überaus reiche Krebsfauna mit verschiedenen marinen Typen beherbergt, so werden wir mit Recht aus diesen „Relikten" schließen dürfen, dass diese Becken einst mit dem Meere im Zusammenhange waren und dass jene Formen Ueberbleibsel der ursprünglichen marinen Fauna sind, die sich in diesen „Reliktenseen" bis auf den heutigen Tag erhalten haben" erscheint daher in der Hauptsache vollkommen richtig.

Es kann heute nicht mehr daran gezweifelt werden, dass die charakteristischen Elemente der Fauna des Baikalsees die Reliktennatur dieser Fauna klarstellen; es kann aber auch nicht behauptet werden, dass der Baikalsee, so wie er sich gegenwärtig darstellt, ein einfacher Reliktensee, ein abgetrennter Teil des Meeres sei. So einfach liegt die Sache nicht. Die ältere Auffassung von der Reliktennatur des Baikalsees, den Humboldt als ein Residuum des nordischen Meeres betrachtete, kann selbstverständlich heute aus faunistischen wie aus geologischen Gründen nicht mehr Gegenstand der Diskussion sein, denn die Reliktenfauna des Baikalsees steht keineswegs in näherem Zusammenhang mit der heute an den Nordküsten Sibiriens lebenden Fauna, sie weist vielmehr, ebenso wie die Relikten-Fauna des Kaspi-Sees, auf den einstigen Zusammenhang mit jenem Binnenmeer hin, in

1) K. A. v. Zittel, Handbuch der Paläontologie, I, 2, S. 230.

2) P. Fischer, Manuel de Conchyliologie, S. 722.

3) Th. Fuchs, Fauna von Radmanest. Jahrbuch der k. k. geolog. Reichs-Anst., Wien 1878, XX. Bd., S. 349 u. 350, Taf. XIV, Fig. 35—38, sowie Fig. 47—49.

4) Erdgeschichte I, S. 513.

welchem die Ablagerungen der sarmatischen, mäotischen, pontischen und jüngeren Gebilde der aralokaspischen Gegend stattgefunden haben.

Geologische Argumente scheinen allerdings sowohl gegen die einstige Verbindung des Baikalsees mit dem Nordmeer, wie gegen den Zusammenhang mit dem jungtertiären Binnenmeer des aralokaspischen Gebietes zu sprechen. Ich möchte diesbezüglich keineswegs die Ergebnisse der geologischen Untersuchungen Czerski's über das Baikalgebiet oder das von den russischen Forschern behauptete Fehlen jüngerer Meeresablagerungen in großen Strecken Ostsibiriens in Zweifel ziehen, wenn auch, wie ja oft betont worden ist, das anscheinende Fehlen einer Ablagerung oder einer ganzen Reihe von solchen mit einer gewissen Vorsicht theoretischen Erörterungen zu Grunde gelegt werden muss, — es scheint mir nur, dass den eigentümlichen Elementen der Baikal-Fauna, und zwar insbesondere den Mollusken, Schwämmen, Würmern in noch höherem Grade als den Fischen und Seehunden, denn doch noch immer einige Beweiskraft im Sinne der Anschauungen A. v. Humboldt's und O. Peschel's innewohne.

Die Baikal-Fauna kann recht gut ein Ueberbleibsel der einstigen jung tertiären sarmatisch-pontischen Binnenmeer-Fauna sein, wenn auch der See, in dem sie heute lebt, kaum als ein unmittelbares Residuum des betreffenden Meeres betrachtet werden kann. Man hat eben, wie Prof. A. Penck in der Diskussion anlässlich meines Vortrages über Reliktenseen in der geographischen Abteilung der 66. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien 1894 sehr richtig bemerkte, zwischen Relikten-Fauna und Relikten-See scharf zu unterscheiden. Wenn auch der Reliktencharakter der Fauna des Baikalsees kaum angezweifelt werden kann, so ist damit der See noch selbst keineswegs als Reliktensee erwiesen; im Gegenteil, die geologische Geschichte des Sees macht dies zum mindesten recht unwahrscheinlich. Ich möchte deshalb annehmen, dass der Baikalsee seine eigenartige Bevölkerung großenteils durch Einwanderung, aber nicht von dem Nordmeere, sondern von dem großen jungtertiären Binnenmeere her erhalten hat, wenn er auch vielleicht mit diesem Binnenmeere nicht in unmittelbarer Verbindung stand. Auch das letztere scheint mir aber trotz der bisherigen Ergebnisse der geologischen Durchforschung Ostsibiriens zwar sehr unwahrscheinlich, aber doch noch nicht vollkommen ausgeschlossen. [95]

Ueber die Histogenese der Kleinhirnrinde.

Von Dr. **S. Popoff.**

(5. Stück u. Schluss.)

Neugeborenes Kätzchen.

Die Elemente der Rinde sind in dieser Periode so weit in ihrer Differenzierung vorgeschritten, dass wir neben den embryonalen Zellen

nicht selten noch den erwachsenen sehr nahe stehende Formen antreffen. In Folge dessen wird die Untersuchung der Rinde neugeborener Tiere und der im Alter von 1—2 Wochen nach der Geburt in bedeutendem Maße im Verhältnis mit dem erleichtert, was wir früher sahen, als wir zwischen den jungen Nervenzellen und den ihnen entsprechenden erwachsenen keine morphologische Aehnlichkeit bemerken konnten.

Wir richten noch ein Mal die Aufmerksamkeit darauf, dass wir sowohl in den frühen wie auch in dieser Periode auf einem und demselben Objekte Zellen einen und desselben Typus, die sich in verschiedenem Differenzierungsgrade befinden, antreffen. Dieses Faktum beweist uns, dass gleichartige Elemente der Rinde ungleichzeitig wachsen. Dank der Menge und der regelmäßigeren Verteilung der Elemente an ihren Plätzen sind die Schichten der Kleinhirnrinde sehr deutlich gesondert.

In dieser Periode begegnen wir zwei typischen Formen der Purkinje'schen Zellen: die eine der Abb. XIX *a* haben wir beim Katzen-Embryo von 12 cm beobachtet. Bei genauer Betrachtung dieser Figur können wir zweifelsohne ihre Aehnlichkeit mit den in der vorhergehenden Periode beschriebenen Zellen konstatieren; völlig analoge Formen wurden, außerdem bei neugeborenen Tieren, von Ramon y Cajal [41] beobachtet. Bei unseren parallelen Untersuchungen über die Hühner-Embryonen und neugeborenen Hunde beobachteten wir nicht selten ähnliche Formen (s. Abb. XXVIII u. XXXII). All dieses bestätigt noch mehr unsere Vermutung, dass die Zellen der Kleinhirnrinde mit ähnlichen Konturen eine junge Purkinje'sche Zelle charakterisieren. Zur anderen Form gehören diejenigen Zellen, die unzweifelhaft alle Attribute der erwachsenen Purkinje'schen Zelle, z. B. Abb. XIX a_3, besitzen.

Der Unterschied in der Konfiguration der Zellen dieser beiden Typen ist so augenscheinlich, dass wir ihn zu beschreiben nicht für nötig finden; einige sehr wichtige Merkmale in histogenetischer Beziehung müssen wir aber anführen. Der Zellenkörper in a_3 besitzt deutlich ausgesprochene Konturen, die leicht mit einem moosartigen Belag bedeckt sind. Die unzähligen Anhängsel, die wir bei den jüngeren Zellen beobachteten, sind hier fast garnicht zu bemerken; Ueberbleibsel von ihnen sind an der inneren Peripherie zu beobachten. Auf die Zellen a_1 und a_2 können wir wie auf Uebergangsformen sehen; in a_1 ist der Zellenkörper stark ausgedehnt und besitzt viele nicht große Fortsätze; doch nicht soviele, dass sie seine Grenzen maskieren könnten.

Die protoplasmatischen Fortsätze fangen nur an sich zu differenzieren. In a_2 bemerken wir nicht große Anhängsel, doch kurze und dünne, moosartige Fortsätze umsäumen von allen Seiten den Zellenkörper; die protoplasmatischen Fortsätze sind entwickelter als in der vorhergehenden Form. Auf eine solche Weise sehen wir in diesen

vier Figuren einen allmählichen Uebergang der Zelle aus der mehr embryonalen in die mehr erwachsene Form. Die Höhe der protoplasmatischen Fortsätze ist eine verschiedene; in Figur a_2 steigen sie höher als die Mitte der molekulären Schicht hinauf.

Der ersten Form der Purkinje'schen Zellen begegnet man in dieser Periode seltener, der zweiten aber häufiger.

Wir können die Meinung Ramon y Cajal's nicht teilen, dass in denjenigen Teilen der Rinde, welche die höchsten Punkte des äußeren Reliefs des Kleinhirns ausmachen, sich bedeutend früher die Purkinje'schen Zellen differenzieren sollten, als in den in der Tiefe der Furchen liegenden.

Diese Zellen sind mit mehr oder weniger langen Axenzylindern versehen, die in den Zellen a_2 und a unmittelbar in die weiße Substanz übergehen. Die Richtung ihrer Hauptstämme ist entweder eine vertikale oder eine schief absteigende; die Richtung der Kollateralen ist eine verschiedene, bald aufsteigend, bald absteigend. In der Zelle a_2 wird der Axenzylinder häufig durch punktförmige Verdickungen unterbrochen; wir müssen noch seine bogenförmige Einbiegung vor dem Uebergang in die weiße Substanz, wie auch die Abgabe eines sich verzweigenden kollateralen Fortsatzes an einer sehr weit vom Zellkörper abstehenden Stelle, fast in der weißen Substanz, erwähnen. In der Zelle a_1 biegt sich der Axenzylinder ebenfalls bogenförmig, nach oben aber erreicht er mit seinen Zweigen die molekuläre Schicht. In der vorhergehenden Periode hatten wir Gelegenheit, zu beobachten, wie der Axenzylinder der Purkinje'schen Zelle einen kollateralen, mit kleinen Verzweigungen in der molekulären Schicht endigenden Ast abgibt, dasselbe beobachten wir auch in der Abb. XXVI. Ramon y Cajal, Retzius und Kölliker bemerken ebenfalls ähnliche Kollateralen. Es ist sehr schwer, das Eindringen der Kollateralen in die molekuläre Schicht zu verfolgen, man muss aber annehmen, dass ihre Verlängerung auf Kosten der Endverdickung vor sich geht, wie auch der Wuchs der Nervenfasern überhaupt.

Eine ähnliche Verdickung beobachteten wir in den Kollateralen des Axenzylinders der Purkinje'schen Zelle beim Katzen-Embryo von 12 cm (siehe Abb. XIII *c*).

Die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht haben in dieser Periode die verschiedenartigsten Formen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der Umfang einiger Zellen bedeutend kleiner ist als in der vorhergehenden Periode. Wir weisen auf diesen Umstand deshalb hin, weil wir bereits öfter bei der Differenzierung der Zelle auch eine Verkleinerung ihres Umfanges beobachteten.

Wie wir weiter sehen werden, finden größere Durchmesser jüngerer Zellen auch in den embryonalen Golgi'schen Zellen Platz; dasselbe ist auch für die protoplasmatischen Fortsätze zu verwerten. Viele

von den Zellen haben noch den dicken inneren Fortsatz, die einen einen längern, die andern einen kürzern, bewahrt (s. Abb. XIX). Einige Zellen unterscheiden sich durch ihre Form wenig von ähnlichen Bildungen beim Katzen-Embryo von 12 cm (s. Abb. XIX *k*). In anderen Zellen (k_1) sehen wir, dass im Verhältnis wiederum mit jener Periode die protoplasmatischen Fortsätze kürzer wurden; einige von ihnen endigen mit kleinen Verdickungen. Zweige geben diese Fortsätze nicht ab, daher sehen wir hier auch nicht die für die erwachsene Zelle charakteristische gabelartige Form. Vergleichen wir die Zellen der inneren Körnerschicht der vorhergehenden Periode mit den Zellen k_1 der Abb. XIX, so bemerken wir, dass in den letzteren der dicke innere Fortsatz fehlt und die andern protoplasmatischen Fortsätze zarter und kürzer geworden sind. In diesem Faktum erblicken wir neue, sozusagen zweckmäßige Eigenschaften in dem embryonalen Leben der Zelle: diese Fortsätze waren nicht nötig, und sie atrophierten. Ernst Lugaro [30] bemerkte ebenfalls in seinen Untersuchungen die Atrophie der überflüssigen Fortsätze. Bezüglich der Axenzylinder dieser Zellen beobachten wir keine Abweichungen von dem früher Beschriebenen. Fast alle ohne Ausnahme gehen nicht vom Zellkörper, sondern von den seitlichen protoplasmatischen Fortsätzen aus; sie erreichen bald diese, bald jene Höhe der molekulären Schicht und endigen, indem sie sich gabelförmig spalten. In der molekulären Schicht erblicken wir auch die Anwesenheit ähnlicher vertikaler bipolarer Zellen, über welche wir bereits früher sprachen. Zweifelsohne müssen wir das Faktum konstatieren, dass wir sie in dieser Periode in bedeutend geringerer Zahl als früher beobachten; ihre Anwesenheit jedoch weist uns darauf hin, dass der Bildungsprozess der kleinen Zellen der inneren Körnerschicht noch nicht beendet ist. Die Zellen *k* bestätigen durch ihren embryonalen Charakter die Wahrheit unserer Worte; ihrer Größe nach unterscheiden sie sich nicht sehr von den analogen Zellen beim Katzen-Embryo von 12 cm. Außer den vertikalen bipolaren Zellen in den oberen Teilen der molekulären Schicht begegnen wir auch horizontalen bipolaren Zellen mit einem oder zweien Fortsätzen, unter welchen einer bereits sich zu verzweigen begann. Nach den Schnittrichtungen müssen wir eine solche Zelle als eine querhorizontale ansehen. Ihrer unbedeutenden Differenzierung und hohen Lage wegen ist es schwer mit Bestimmtheit anzugeben, welche Zelle eigentlich sich aus ihr späterhin entwickelt. Wenn wir früher aus einer ähnlichen die Korbzellen ableiteten, so thaten wir es deshalb, weil die Zelle näher der Schicht der großen Zellen lag und ihr Körper bedeutend größer war. Wir wiesen bereits öfter darauf hin, dass die bipolare Zelle, je mehr sie sich aus den oberen Schichten der molekulären Schicht in die innere Körnerschicht senkte, in ihrem Umfange sich vergrößerte und sich mit diesen oder anderen Fortsätzen versah. Wir

müssen desto mehr in unserem Urteil vorsichtig sein, weil sich von dieser und der folgenden Periode aus ähnlichen Elementen die kleinen Zellen der molekulären Schicht zu bilden anfangen, darauf weist ja ebenfalls Ramon y Cajal hin. Die Figuren *b* der Abb. XIX sind dieselben vertikalen bipolaren Zellen, sie liegen aber in der äußeren Körnerschicht. Ihre Anwesenheit gerade hier ist für uns von kolossaler Wichtigkeit zur Entscheidung der Frage über die Herkunft dieser Zellen; wir leiteten sie aus jenen epithelioiden Elementen, die in großer Zahl in dieser Schicht zerstreut sind, ab. Wenn sie, wie Ernst Lugaro behauptet, aus den horizontalen Zellen, die sich immer nur an der inneren Peripherie dieser Schicht verteilen, hervorgehen, so wäre für uns die Anwesenheit ähnlicher Figuren an einem Orte, der höher als die horizontalen Zellen sich befindet, gänzlich unverständlich. In der Absicht, diese Frage näher zu erläutern, geben wir eine Abbildung von einem Längsschnitte des Kleinhirns, wo diese Beziehungen deutlich zu sehen sind. Auf der Abb. XXII wie auch auf der Abb. XIX sehen wir in der Dicke der molekulären Schicht vertikale bipolare Zellen; ihre Unabhängkeit von den unten liegenden horizontalen Zellen ist augenscheinlich. Die differenzierteren bipolaren Zellen mit ihrem deutlich ausgesprochenen Axenzylinder illustrieren, scheint es uns, deutlich genug unsere Ansicht. Die horizontalen Zellen selbst (s. Abb. XXII) unterscheiden sich in nichts von den beschriebenen; Zweige geben ihre Fortsätze nicht ab; ihre Form ist eine polygonale oder eine länglich-ovale. Um nicht noch ein Mal zu den Zellformen dieser Abbildung zurückzukommen, weisen wir auf die Purkinje'sche Zelle hin, die durch ihr Aussehen an ähnliche Zellen beim Katzen-Embryo von 12 cm erinnert. Auf der Abb. XIX begegnen wir noch Korbzellen *f*; die protoplasmatischen Fortsätze werden kürzer, zahlreicher und verzweigen sich reich im Verhältnis mit dem, was wir früher sahen. Die Form des Zellkörpers ist entweder eine polygonale oder eine ovale; die Axenzylinder ziehen sich horizontal ziemlich weit hin und geben weder nach oben noch nach unten Fortsätze ab. Man muss annehmen, dass die protoplasmatischen, horizontal verlaufenden Fortsätze die junge Korbzelle charakterisieren, da die erwachsene ähnliche Fortsätze nicht besitzt; die vertikalen Fortsätze befinden sich hier noch in dem Keimzustande. Auf der Abbildung XIX sind fünf deutlich von einander sich unterscheidende Golgi'sche Zellen dargestellt; unter ihnen gibt es keine einzige völlig entwickelte, folglich sind alle diese Zellen nur Uebergangsformen zu den erwachsenen. Eine jede Zelle besitzt ihr besonderes Aussehen. Sowohl der Lage wie auch teils der Form nach sind die Zellen *g* und g_1 wie auch g_3 und g_4 mehr oder weniger einander ähnlich und befinden sich allem Anschein nach auf gleicher Differenzierungsstufe; wir können dabei die Aehnlichkeit dieser Zellen mit der Golgi'schen Zelle der vorhergehenden

Periode (s. *g* Abb. XIII) nicht unerwähnt lassen. In den Zellen *g* und g_1 der Abb. XIX sind die äußeren protoplasmatischen Fortsätze regelmäßig verteilt, der innere aber in der Zelle *g* hat weder das Aussehen eines protoplasmatischen Fortsatzes noch eines langen unregelmäßigen Anhängsels, über welches wir häufig wie über eine nur den sehr jungen Zellen eigene Bildung sprachen. Völlig dasselbe sehen wir auch in den Zellen g_3 und g_4; der Körper der letzteren hat die Form eines mehr oder weniger regelmäßigen Vierecks, in der Zelle g_3 sehen wir wiederum die Anwesenheit von Anhängseln. Die protoplasmatischen Fortsätze sind sehr lang und mit einem moosartigen Belag bedeckt. Die Zelle g_2 sahen wir ebenfalls, dank ihrer Lage, Größe und der Eigenschaft des Axenzylinders, sich in feine Kollateralen zu verzweigen, für eine Golgi'sche Zelle an. Der Aufmerksamkeit wert ist noch der untere protoplasmatische Fortsatz, der sich durch seine bedeutende Dicke und die Anwesenheit zahlreicher Verdickungen auszeichnet. Da wir aus dem oben Auseinandergesetzten wissen, dass die protoplasmatischen Fortsätze mit der Differenzierung der jungen Zelle sowohl in der Zahl wie auch in der Länge (die kleinen Zellen im Innern der Körnerschicht u. a.) sich verändern, so müssen wir der Anwesenheit dieses Fortsatzes keine besondere Bedeutung zuschreiben, sobald die Zelle selbst sich noch nicht endgiltig gebildet hat. Wir können nicht behaupten, dass die von uns betrachteten Zellen einen größeren Umfang als die erwachsenen Zellen desselben Typus, wie dieses Ramon y Cajal auf seinen Präparaten beobachtete, besäßen. Sobald wir ein solches Faktum bezüglich der kleinen Zellen der inneren Körnerschicht konstatierten, so ist es kein Wunder, dass dieses auch in anderen Zellen stattfindet. Der Axenzylinder der Golgi'schen Zellen zerfällt in feine Zweige, doch nicht in der Endform, die man in den weiteren Perioden antrifft.

Außer den beschriebenen Elementen begegneten wir in der Rinde des neugeborenen Kätzchens auch solchen Zellformen, deren Bedeutung für uns nicht ganz klar war. Wir stellten sie aus dem Grunde auf einer besonderen Abbildung (s. Abb. XXIII) dar; einige von diesen Zellen könnten wir, dank der reichen Verzweigung des Axenzylinders, zu den Golgi'schen Zellen zählen, um so mehr noch, als sie in der inneren Körnerschicht liegen (siehe *a, c, d, e*). Ihre Form des Zellkörpers aber ist eine äußerst mannigfaltige und weicht sehr von den typischen Formen der sich entwickelnden Golgi'schen Zellen ab. Die Zelle *b*, die einige Aehnlichkeit mit der kleinen Zelle der inneren Körnerschicht besitzt, liegt in der äußeren Körnerschicht.

Die anderen Zellen *(f, g, h, i, j)* erinnern sehr an die bipolaren Zellen, deren beide Fortsätze sich stark verzweigen. Alle liegen sie in der inneren Körnerschicht.

Wenn wir die histologische Bedeutung dieser Zellen nicht gut ver-

stehen, so erklärt sich dieses 1. dadurch, dass ihre Formen bedeutend von den uns bekannten Typen der sich entwickelnden Nervenelemente der Rinde abweichen und 2. dass wir diesen Zellen nur beim neugeborenen Kätzchen und auch da in sehr beschränkter Zahl begegneten.

Gehen wir jetzt zur Beschreibung der Fasern über, die wir in der Kleinhirnrinde in dieser Periode antreffen. Wir werden in unserer Auseinandersetzung noch oft Gelegenheit haben, zu den Fasern der Rinde zurückzukehren, und deshalb wollen wir auf die allgemeine Terminologie, die jetzt in der Wissenschaft angenommen und auf die Richtung der Fasern gegründet ist, hinweisen. 1. Längsfasern nennt man solche, die parallel den Windungen der Kleinhirnrinde verlaufen. Zu ihnen gehört jener Teil des Axenzylinders der kleinen Zellen der inneren Körnerschicht, welcher eine horizontale Richtung besitzt. Die Zahl dieser Fasern in der molekulären Schicht ist sehr bedeutend, so dass bei gelungener Imprägnierung mit Silber diese ganze Schicht aus dicht nebeneinander gelegenen zarten und sehr langen horizontalen Fasern besteht. 2. Unter Querfasern versteht man solche, welche perpendikulär zur Richtung der Windungen liegen und mit den vorhergehenden Fasern sich gegenseitig unter einem rechten Winkel durchschneiden. Zu dieser Faserkategorie gehören die Axenzylinder der sogenannten Korbzellen. Folglich haben sowohl diese wie jene Fasern eine horizontale Richtung, verlaufen aber auf verschiedenen Flächen. Im Gegensatz zu diesen unterscheidet man noch 3. vertikale Fasern, die perpendikulär zur weißen Substanz und zur Kleinhirnoberfläche verlaufen.

Diejenigen Fasern, welche zur weißen Substanz verlaufen, nennt man absteigende und die zur molekulären Schicht verlaufenden aufsteigende Fasern. Zu den ersteren gehören: die Axenzylinder der Purkinje'schen Zellen und diejenigen von ihren Kollateralen, die zur weißen Substanz verlaufen; die Axenzylinder der Golgi'schen Zellen; die Zweige des Axenzylinders der Korbzellen, die (d. h. Zweige), indem sie sich nach unten senken, den Körper der Purkinje'schen Zelle umfassen. Zu den aufsteigenden gehören: die Axenzylinder der kleinen Zellen der inneren Körnerschicht (der vertikale Teil); die in die molekuläre Schicht aufsteigenden Kollateralen des Axenzylinders der Purkinje'schen Zelle und schließlich noch zwei Faserntypen, die sogenannten Moos- und Kletterfasern. Den größten Teil dieser Faser beobachtete bereits Golgi, als er mit Hilfe seiner Methode die Anatomie der Rinde studierte; verpflichtet aber sind wir Ramon y Cajal, der es verstanden hat, sich in diesem Fasergewirr zurechtzufinden und ein gewisses System aufgestellt hat. Darauf wurden diese Fasern noch von Kölliker und Retzius studiert, die auch endgiltig diese Terminologie aufnahmen. Die Fasern, die wir auf der Abb. XX sehen, sind sogenannte Kletterfasern; man nennt sie deshalb so, weil sie gleich

den Schlingpflanzen (Lianen), die einen Baum oder dessen Aeste umschlingen, die protoplasmatischen Fortsätze der Purkinje'schen Zellen begleiten, diese Fasern umfassen ebenfalls den Körper der Purkinje'schen Zelle. Früher bezeichnete Ramon y Cajal diese Fasern als sternförmige; ein wenig später aber überzeugte er sich von der Identität derselben mit den Kletterfasern, welche zwei Wochen nach der Geburt des Embryos ihre charakteristischen Eigenschaften annehmen.

Ohne die Frage zu entscheiden, welche Fasern der Rinde als Sensibilitäts-, welche als Motilitätsfasern angesehen werden müssen, bleibt Ramon y Cajal [41] nur bei den beiden letzten Faserarten stehen, die er für sensible ansieht. Zu diesem Schlusse kommt er auf Grund der Analogie ihrer Form mit den Endigungen der Sensibilitätsfasern auch in den anderen Organen. Ebenso wie die motorischen Nerven mit freien Verästelungen in der Peripherie — z. B. in den Muskeln — endigen, ebenso besitzen auch die Sensibilitätsnerven freie Endigungen in den Centralorganen. Der Sehnerv endigt z. B. nach seinen Worten zwischen den Zellen der oberflächlichen Schichten des Lobus opticus als sehr komplizierte und umfangreiche dendritische Verzweigung. Andererseits spalten sich die sensiblen Wurzeln des Rückenmarks der Huhn-Embryonen in eine ungeheure Zahl feiner, dendritisch sich verteilender Kollateralen, mit denen sie auch endigen. Dasselbe bezieht sich auch auf den Geruchsnerven. Andere Endigungen der sensiblen Nerven in den Centralorganen, wie z. B. die mit Zellen, wie einige Autoren behaupten, hält Ramon y Cajal noch nicht für bewiesen, da man bis jetzt weder nach der Golgi'schen Methode noch nach anderen ein dementsprechendes Bild erhalten konnte.

Auf der Abb. XX sehen wir, dass die Zahl der Kletterfasern eine sehr große ist. Am leichtesten imprägnieren sie sich auf den konvexen Teilen der Windungen. Sie steigen aus der weißen Substanz als ganzes Bündel dicht nebeneinander gelegener Fasern auf und beginnen gleich in der Körnerschicht sich fächerförmig auseinanderzuschieben, so dass sie nahe der molekulären Schicht bereits in bedeutender Entfernung von einander abstehen. Sie verzweigen sich auf den verschiedenen Höhen der Rinde, bald in der Körnerschicht, bald in der molekulären — nach innen von den Purkinje'schen Zellen — einige aber nach außen von denselben. Eine jede Faser zerfällt, sobald sie die molekuläre Schicht erreicht, in eine Menge feinster Zweige, die eine dendritische Verteilung besitzen; öfter gehen diese feinen Verzweigungen von einem Punkte der Faser aus. Was ihre Beziehungen zu den Purkinje'schen Zellen betrifft, so illustriert sie ganz vorzüglich die Abb. XXII.

Es ist deutlich zu sehen, wie eine solche Faser nach dem Austritt aus der weißen Substanz sich zickzackförmig zur Basis der Purkinje'schen Zelle richtet, wo sie sich, indem sie Figuren ähnlich einem Neste für den Zellkörper bildet, in feine Zweige zerstreut.

Ramon y Cajal [41] beschrieb sie unter dem Namen Kleinhirnnester (nids cerebelleux). Es ist schwer mit Bestimmtheit zu sagen, ob alle Figuren dazu bestimmt sind, um die Körper der Purkinje'schen Zellen aufzunehmen. Wir kennen ja analoge Beziehungen der Kollateralen der Axenzylinder der Korbzellen zu den Purkinje'schen Zellen, und deshalb können wir uns wohl vorstellen, welch ein verwickeltes feines Netz um die Körper der Purkinje'schen Zellen existiert, und wie viel Berührungspunkte zur Verbindung dieser Zellen mit den einzelnen Punkten vorhanden sind. (Ramon y Cajal nimmt an, dass diese Fasern Axenzylinder gangliöser Zellen sind, deren anatomische Lage noch nicht bis jetzt festgestellt ist.) Eine jede Kletterfaser ist mit feinen und vielen rosenkranzförmigen Verdickungen versehen; an der Teilungsstelle der Faser treten diese Verdickungen deutlicher hervor. Auf der Abb. XIII haben wir wahrscheinlich dieselben Kletterfasern, sie sind aber noch nicht vollständig entwickelt.

Zu dem zweiten Typus gehören die moosartigen Fasern (fibres mousseuses Ramon y Cajal's). Auf der Abb. XXII sehen wir in der inneren Körnerschicht mehr oder weniger dicke Fasern, die nach den verschiedensten Richtungen verlaufen und ebensolche dicke Fortsätze abgeben; in dem Verlaufe dieser Fasern sind bedeutende Verdickungen bemerkbar; die letzteren haben entweder die Form eines Ovals oder noch häufiger eines mit der Basis nach außen gerichteten Dreiecks. Aus einer jeden solchen Verdickung laufen strahlenförmig feine Zweige aus, deren Zahl mit dem Wuchse des Embryos sich vergrößert, beim zweiwöchentlichen Kätzchen sind solcher 10—12. Dank dem Reichtum dieser feinen Fortsätze nimmt diese Faser das Aussehen eines mit Moos bedeckten Baumastes an und deshalb bezeichnet sie auch Ramon y Cajal als moosartig. In diesem Alter sind diese Fasern noch nicht zahlreich, und ihr Aussehen ist nicht so charakteristisch wie in den späteren Perioden; aus dem Grunde ist auch schwer zu beurteilen, ob diese Fasern in die molekuläre Schicht eindringen. Wir könnten auf der Abb. XXII nur eine Faser darstellen, die, von der Verdickung ausgehend, vertikal in die molekuläre Schicht aufsteigt, wo sie auch frei endigt.

Die Neurogliazellen (s. Abb. XXI) unterscheiden sich im Allgemeinen sehr wenig von den von uns bei den Katzen-Embryonen von 8 u. 12 cm beschriebenen. Die tiefer gelegenen Zellen zeichnen sich durch ihre bedeutende Größe, durch die Menge der bald dicken, bald dünnen protoplasmatischnn Anhängsel, die aus dem Zellkörper auslaufen, aus; in Folge dessen sind die Konturen des letzteren sehr unregelmäßig. Außer den Anhängseln ist ihr Körper noch mit einer Menge dünner, die ganze Zellenperipherie umsäumender Fortsätze versehen.

Einen charakteristischen Zug müssen wir noch anführen: je tiefer nämlich die Zelle liegt, desto geringer ist die Zahl der langen, sich

mit der äußeren Kleinhirnoberfläche verbindenden Fortsätze. Die Zelle *a* (s. Abb. XXI) ist völlig isoliert und besitzt absolut keine langen Fortsätze. Die Zelle *b* besitzt nur einen Fortsatz, der nur bis zur inneren Grenze der äußeren Körnerschicht verläuft.

Wir können die Aehnlichkeit dieser Zelle mit der (Abb. XIII n_1), welche wir beim Katzen-Embryo von 12 cm beobachtet haben, nicht unerwähnt lassen.

Die Zelle *c*, analog der soeben beschriebenen, vereinigt sich mit der Peripherie mit Hilfe nur eines dünnen Fortsatzes. Die bis zur Kleinhirnoberfläche verlaufenden Fortsätze endigen unveränderlich mit Verdickungen, die wir bereits öfter früher beschrieben haben. Die mehr oberflächlich gelegenen Zellen — in der molekulären Schicht — haben ein etwas anderes Aussehen. Die Form des Zellkörpers *n* ist durch die Fülle der feinen Fortsätze und der protoplasmatischen Anhängsel, die ihn umgeben, sehr schwer zu bestimmen; dort, wo weniger Fortsätze sind (n_1), ist die vorherrschende Form — die runde. Diese Zellen sind mit einer Menge langer, an der äußeren Rindenperipherie mit Verdickungen endigender Fortsätze versehen. In der äußeren Körnerschicht schließlich begegnen wir missgestalteten Körperchen, die in ihrem vertikalen Durchmesser mit zwei Fortsätzen, einem äußeren sehr dicken und einem inneren langen und dünnen, versehen sind.

Diese Körperchen besitzen unregelmäßige Konturen und erinnern uns in dieser Beziehung nicht an die vertikalen bipolaren Zellen. Solche bipolare Bildungen, wie t_1 der Abb. XXI oder XVII, treten nach der Golgi'schen Methode an den Stellen auf, wo besonders gelungen die Neurogliazellen sich imprägniert haben. Wir müssen daher auf diese Figuren nicht wie auf ungelungen gefärbte bipolare Zellen, aus welchen sich die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht bilden, sehen; mit anderen Worten also: die Elemente t_1 sind neu aufgetretene Körperchen, die zur Differenzierung in Neurogliazellen bestimmt sind. Die Frage über das Entstehen der Neurogliazellen auf Kosten der Kerne der äußeren Körnerschicht war bereits in der Litteratur aufgeworfen und prinzipiell von Alf. Schaper in bejahendem Sinne entschieden. Ernst Lugaro entdeckte die Anwesenheit der embryonalen Neurogliazellen in dieser Schicht. Es ist überhaupt nicht wunderbar, wenn wirklich solch ein histogenetischer Prozess in dieser Schicht stattfindet. Falls sich aus ihr die Nervenzellen der verschiedenartigsten Typen bilden können, so müssen wir auch dasselbe bezüglich der Neurogliazellen zugeben, um so mehr noch, als die Differenzierung dieser beiden Zellenarten während des ganzen embryonalen Lebens mehr oder weniger parallel vor sich geht. Gehen wir jetzt zu Fakten über: wir bemühten uns möglichst genau die histogenetischen Prozesse der Rinde zu studieren, und solche Formen der jungen Nervenzellen wie auf der Abb. XVII oder *k* Abb. XVI, t_1 Abb. XXI beobachteten wir niemals.

Andererseits giebt uns ihre Anwesenheit neben den jungen Neurogliazellen Veranlassung, sie als einfachste Formen der genannten Zellen anzusehen. In der Figur *t* Abb. XXI sehen wir dieselbe bipolare Zelle t_1 mit dem Unterschiede, dass der obere dicke Fortsatz sich in einen längeren ausgezogen hat und ein wenig dünner geworden ist — dasselbe, was wir über die ursprünglichen verticalen bipolaren Zellen, die sich in kleine Körnerzellen verwandeln, gesprochen haben. Eines ist unzweifelhaft, dass die Körperchen *t* u. t_1 in allen Details ihrer Struktur bedeutend gröber als die bipolaren Figuren z. B. der Abb. XIX oder XII sind, und von dem Gesichtspunkte aus sind sie den neuroglischen Bildungen ähnlicher, da ja als charakterisches Unterscheidungsmerkmal zwischen den mit Silber imprägnierten Neurogliazellen Ramon y Cajal, Lenhossek ein besonders rohes Aussehen sowohl des Körpers als auch der Fortsätze der Neurogliazellen konstatieren. Ein solches Kriterium fürwahr ist bei weitem nicht genau, doch vorläufig muss man sich aus Mangel an bestimmbaren Merkmalen daran halten. Auf der Abb. XIV sehen wir z. B. Zellen, die wir nur deshalb zu den neuroglischen zählen, weil ihre äußeren Fortsätze an der Kleinhirnoberfläche mit den nur den Neurogliazellen eigenen Verdickungen endigen; hätten wir nicht dieses Merkmal, so wüssten wir nicht, zu welchen Elementen, zu den nervösen oder neuroglischen, dieselben hingehören.

Dafür also, dass diese Körperchen (t_1) nicht einfache nervöse sind, spricht ihr rohes Aussehen, ihre an den Tag tretende Plumpheit und die Anwesenheit einer ihnen analogen — bereits ein wenig differenzierten — Zelle *t*, die unzweifelhaft eine neuroglische ist. Auf eine solche Weise scheint uns der Wahrheit am nächsten die Vermutung, dass die äußere Körnerschicht vom Alter des Katzen-Embryo von 8 cm neben den Nerven- auch Neurogliazellen produziert.

Wir sahen nämlich, dass in der vorhergehenden Periode die Neurogliazellen nach oben lange und zahlreiche Fortsätze aussenden. Bei den Neugeborenen haben, wie wir auf der Abb. XXI ersehen, die in der inneren Körnerschicht liegenden Zellen entweder gar keine oder nur sehr wenig lange Fortsätze. Auf eine solche Weise treffen wir ein neues histogenetisches Faktum der Zellenisolierung von der äußeren Rindenoberfläche durch Atrophie der langen Fortsätze an. Die Zellen *a*, *c* der Abb. XXI sind aller Wahrscheinlichkeit nach nicht völlig entwickelte sternförmige Neurogliazellen, die in der inneren Körnerschicht der Rinde bei Erwachsenen vorhanden sind.

Zur Erläuterung unserer Ansicht könnten wir zwei einander sehr ähnliche Zellen verschiedener Perioden vergleichen: wie n_1 Abb. XIII mit zwei dicken und groben Fortsätzen und *b* Abb. XXI mit einem dünnen.

Zum Schluss dieses Kapitels wollen wir noch einiges über den Schwund der äußeren Körnerschicht mitteilen. Wir sahen nämlich,

dass sie sowohl große wie auch kleine Nervenzellen der Rinde und auch Neurogliazellen erzeugt. Die in Folge dessen entstehende Abnahme der Elemente dieser Schicht wird durch ihre beständige Vermehrung auf dem Wege der Karyokinese kompensiert. Bei den Neugeborenen aber und den erwachsenen Tieren (Kätzchen von 8 Tagen oder zwei Wochen) begegnen wir in dieser Schicht karyokinetischen Figuren immer seltener und seltener, und hieraus kann man den Schluss ziehen, dass die Vermehrung der Elemente nicht mehr so energisch wie früher vor sich geht, und deshalb wird auch die ebengenannte Kompensation gestört. Die äußere Körnerschicht wird allmählich immer enger; beim zweiwöchentlichen Kätzchen beschränkt sie sich auf zwei Zellenreihen, beim dreiwöchentlichen verschwindet sie vollständig.

Kätzchen von 8 Tagen.

In dieser Periode sind die Körperformen der Purkinje'schen Zellen noch sehr mannigfaltig; unter ihnen begegnet man am allerhäufigsten drei Formen. Bei den einen (s. *a* Abb. XXIV) besitzt der Zellkörper die Form eines von oben nach unten ausgedehnten Ovals, wobei sein inneres Ende, an der Uebergangsstelle in den Axenzylinder, leicht zugespitzt ist. Bei den anderen (a_1) besitzt der Zellenkörper das Aussehen einer Keule mit flacher Basis; seine Nebenseiten werden allmählich nach außen zu enger und gehen in einen dicken protoplasmatischen Fortsatz über. Schließlich begegnen wir auch hier der dritten Art der Purkinje'schen Zelle: ihrer Körper besitzt das Aussehen eines mit der Spitze nach innen gerichteten Teils (s. a_2 Abb. XXIV); seine protoplasmatischen Stämme gehen nicht aus der Mitte des Zellkörpers wie in den vorhergehenden Formen aus, sondern bilden gleichsam eine Fortsetzung der Nebenseiten des kegelförmigen Körpers und nehmen ihre Richtung in geneigter Fläche nach außen, zerstreuen weit ihre Zweige nach den Seiten und nehmen die Gegend der Verzweigung der Fortsätze der Purkinje'schen Zellen ein. Eine etwas ähnliche Verteilung der Zweige trifft man beim Katzen-Embryo von 12 cm (*b* Abb. XII) an. Da man einer ähnlichen Körperform der Purkinje'schen Zelle bei Erwachsenen nicht begegnet, so muss man annehmen, dass sie das embryonale Stadium der sich entwickelnden Zelle vorstellt. Protoplasmatischere, unmittelbar aus dem Zellenkörper auslaufende Stämme gibt es in dieser Periode größtenteils ein oder zwei, in seltenen Fällen drei. Sie kommen mit ihren Verzweigungen bis zur äußeren Körnerschicht. Die Axenzylinder gehen größtenteils von der Mitte der inneren Zellenperipherie, zuweilen nur von der Seite aus. In den Teilen, welche das höchste äußere Relief der Windungen vorstellen, gelingt es oft mit Silber eine ganze Reihe von Purkinje'schen Zellen zu imprägnieren (s. Abb. XXV), deren Axenzylinder, mehr oder weniger nah aneinandergerückt, in der weißen Substanz der Windungen

verlaufen. Man muss hier gleich hinzufügen, dass sie nicht parallel nebeneinander verlaufen, sondern, wie auf der Abbildung ersichtlich, häufig sich durchkreuzen. Sie geben in ihrem Verlaufe zahlreiche, bald kurze, mit feinsten Verzweigungen endigende und bald lange, in die molekuläre Schicht sich erhebende, hier auf verschiedenen Höhen mit denselben Figuren, wie die oben beschriebenen Kletterfasern (siehe *k* Abb. XXV u. XXVI), endigende Fortsätze ab. Alle diese Fasern besitzen rosenkranzförmige Verdickungen, und besonders große gerade an den Stellen, wo der Hauptstamm einen Seitenzweig abgiebt. Die Zellen a_3 Abb. XXIV sind einerseits der Beschreibung wert, weil ihre protoplasmatischen Fortsätze sich noch im Keimzustande befinden, andererseits, weil aus dem Zellkörper zwei dünne Fasern — beide den Axenzylindern sehr ähnlich — auslaufen. Eine von ihnen verläuft vertikal nach unten, giebt kurze Kollateralen ab und biegt in die weiße Substanz ab, die andere verläuft schief zum Bündel der unter der Zelle a_1 liegenden Fasern. Haben wir es hier in der That mit zweien, aus dem Körper einer und derselben Zelle auslaufenden Axenzylindern zu thun, oder besitzen wir in einer von ihnen eine Kletterfaser, die sich nur teilweise bis zur Purkinje'schen Zelle imprägnierte, während ihre Verzweigungen sich nicht imprägnierten, ist selbstverständlich schwer mit aller Bestimmtheit zu sagen. Wir müssen eine ähnliche, wenn auch nicht so deutlich ausgesprochene Erscheinung auch in der Zelle (*l* Abb. XXV) notieren. Die Zelle a_1 ist mit möglichster Genauigkeit von dem Präparate kopiert; wir sehen nämlich, wie aus der Mitte des Zellkörpers der Axenzylinder abgeht und isoliert in die innere Körnerschicht absteigt, weiter aber verliert er sich in dem System der sich verflechtenden Fasern, in welchen es gar keine Möglichkeit ist, den Verlauf einer jeden Faser besonders zu verfolgen.

Da die Anatomie der Rinde in dieser Gegend uns schon wohl bekannt ist, so ist es nicht schwer zu erraten, dass wir es hier mit einigen Kletterfasern zu thun haben, die mit ihren Seitenfortsätzen, die Axenzylinder aber mit ihren Collateralen, ein solches dichtes Netz geschaffen haben. Beachtenswert ist auch, dass hier eine Kletterfaser ein Zweigchen abschickte, welches, sich gabelförmig spaltend, zum Körper der nebenangelegenen Purkinje'schen Zelle verläuft. Ein deutlicheres Beispiel ähnlicher gegenseitiger Beziehung genannter Zellen zu den Zweigen der Kletterfasern sehen wir in *m* Abb. XXV. Bei Erläuterung der Lehre über das Contactum sind solche Stellen von besonderer Bedeutung.

Die Form der Körper der Golgi'schen Zellen ist in dieser Periode vorwiegend eine regelmäßig vieleckige, mit anderen Worten, die Zellen sind in einer Beziehung völlig entwickelt. Diese Zellen liegen wie bei den Neugeborenen auf verschiedenen Höhen der inneren Körnerschicht. Eine charakteristische Eigenschaft dieser ist, dass sie nach allen Seiten,

hauptsächlich in die molekuläre Schicht eine Menge sich verzweigender, langer protoplasmatischer Fortsätze abschicken, dass einige die äußere Körnerschicht erreichen. Gleichfalls sind die Verzweigungen des Axenzylinders dieser Zellen unvergleichlich reicher an Kollateralen, als wir dieses bei Neugeborenen gesehen haben. Die Zahl der Kollateralen ist jedoch nicht so groß, dass wir nicht unter ihnen den Hauptstamm des Axenzylinders verfolgen könnten; nur einmal gelang es uns, eine Zelle zu beobachten, deren Axenzylinder völlig in feinste Zweigchen zerfiel und, nach dem Ausdruck der Autoren, seine Individualität verlor (*g* Abb. XXVI).

Die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht sind ebenfalls merklich in ihrer Differenzierung vorgeschritten: an Umfang wurden sie ein wenig kleiner, die Zahl der feinen Fortsätze um die Zelle nahm bedeutend ab, so dass Zellen mit 4—5 ähnlichen Fortsätzen keine Seltenheit waren; viele von ihnen sind am Ende mit gabelartigen Verzweigungen versehen, die für erwachsene Zellen dieses Typus charakteristisch sind. Bei den meisten Zellen geht der Axenzylinder von dem protoplasmatischen Fortsatze ab. Neben diesen Zellen begegnen wir auch anderen, bereits früher erwähnten Uebergangsformen. Die Anwesenheit eines dicken, nach innen verlaufenden Fortsatzes wird nur ausnahmsweise beobachtet.

Die von uns bei dem neugeborenen Kätzchen und dem Embryo von 12 cm beschriebenen vertikalen bipolaren Zellen treffen wir auch hier an. Ihre Körperform ist hier mehr eine länglich-ovale und nicht rund wie beim Katzen-Embryo von 12 cm. Die Konturen des Körpers sind nicht immer deutlich markiert, in einigen Zellen — geschlängelt; eine jede solche Zelle ist mit zweien Fortsätzen, einem äußeren und einem inneren, versehen, der letztere giebt zuweilen Seitenzweige ab. Diese Bildungen liegen in der molekulären Schicht, von ihrer äußeren Grenze bis zu der ein wenig nach außen von den Purkinje'schen Zellen sich befindenden Gegend. Unter diesen bipolaren Zellen muss man eine anführen, die in der inneren Körnerschicht liegt und einen charakteristischen dicken Fortsatz besitzt.

Wenden wir uns, ohne die Bedeutung dieser Zellen zu untersuchen, zu den Längsschnitten der Rinde. In der Abb. XXVI sehen wir in der molekulären Schicht neue, bis jetzt von uns nicht beobachtete Zellenelemente. Horizontale Zellen in jener Form, wie wir sie früher beschrieben haben, fehlen hier völlig. Die Zellenkörper sind vorwiegend von länglich-ovaler Form und liegen horizontal; aus beiden Polen ihres langen Durchmessers gehen lange Fortsätze ebenfalls in horizontaler Richtung ab. Einer von den Fortsätzen ist dicker, verhältnismäßig kürzer und teilt sich in zwei große, die Richtung des Hauptstammes einhaltende Zweige. Aus dem Zellkörper *a* der Abb. XXVI gehen als besondere Stämme zwei sich verzweigende Fortsätze ab. Der

andere aus dem entgegengesetzten Pole auslaufende Fortsatz ist länger und dünner und giebt kurze Zweige ab. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind die dicken Fortsätze — protoplasmatische, der dünne — ein Nervenfortsatz. Zur näheren Bestimmung dieser Zellen besitzen wir zwei Kriterien: Größe, Lage und Verzweigungsart der Zellen veranlasst uns, sie wie die kleinen Zellen der molekulären Schicht zu betrachten. Andererseits kommen wir per exclusionem zu diesem Schlusse, da wir ja in dieser Periode alle Elemente der Rinde, mit Ausnahme der obengenannten Zellen, vor uns haben.

Da wir beim Kätzchen von 8 Tagen horizontale bipolare Zellen nicht mehr sehen, so scheint uns die Vermutung, dass die soeben erwähnten Zellen in der molekulären Schicht auf der Abb. XXVI sich in enger genetischer Verbindung mit den horizontalen Zellen der Abb. XXII befinden, mehr als wahrscheinlich. Unter den von uns in dieser Periode beobachteten vertikalen bipolaren Zellen müssen wir die Zellen *k* der Abb. XXIV deshalb in eine besondere Gruppe trennen, weil sich 1. ihr unterer Fortsatz verzweigt und 2. bedeutend dünner als die von uns in den frühen Perioden beschriebenen ist.

Die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht haben sich bereits fast völlig entwickelt, die Zahl der bipolaren Zellen hat sich verringert; es ist sehr wahrscheinlich, dass das neue Auftreten von Material aus der äußeren Körnerschicht in die innere sich ebenfalls bedeutend reduziert hat. Auf Grund dieser Erwägungen können wir uns bezüglich dieser Periode nur der Meinung Ramon y Cajal's anschließen, dass aus den Zellen *k* der Abb. XXIV die kleinen Zellen der molekulären Schicht entstehen. Auf eine solche Weise muss man glauben, dass die eben erwähnten Zellen der molekulären Schicht sich aus den horizontalen bipolaren Zellen und teilweise auch aus den vertikalen entwickeln. Wir sagen „teilweise", weil wir uns ausschließlich auf unsere Präparate stützen; ob aber unsere Voraussetzung der Wirklichkeit entspricht oder nicht, wissen wir nicht.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass eine solche begrenzte Zahl der Zellen, wie die der bipolaren Zellen *k* der Abb. XXIV, sich dadurch erklärt, dass sie nicht alle mit Silber imprägniert sind. Jedenfalls ist das quantitative Vorherrschen der vertikalen oder horizontalen Zellen nicht von besonders wichtiger Bedeutung; interessanter ist die prinzipielle Entscheidung dieser Frage.

Die Entwicklung der Korbzellen findet in dieser Periode ebenfalls fast ihr Ende. Der embryonale Charakter der Zellen äußert sich in der geringeren Größe des Zellkörpers und in einer nicht so reichen Verzweigung des Axenzylinders. Die protoplasmatischen Fortsätze sind sehr lang und besitzen Nebenzweige; in der Zelle *ko* Abb. XXVI giebt der Axenzylinder sogar einen Fortsatz nach oben ab, was ja nur in den erwachsenen Zellen beobachtet wird. Alle protoplasmatischen

Fortsätze sind mit quergelegenen Nadeln dicht bedeckt. Wir müssen noch auf die sternförmige Zelle (s. *g* Abb. XXIV) unsere Aufmerksamkeit richten, welche wir nur deshalb, weil ihr Axenzylinder sich sehr verzweigt und nach unten gerichtet ist, für eine Golgi'sche ansehen.

Die Figur der Endverzweigungen der Kletterfasern unterscheidet sich in nichts von dem von uns bereits früher beschriebenen; hier ist nur die Beziehung dieser Figuren zu den Körpern der Purkinje'schen Zellen deutlicher ausgesprochen (s. *x* Abb. XXV). Die Faser *x* ist deshalb interessant, weil sie sehr viele Zweige abgiebt, von welchen einige mit ihren charakteristischen Endigungen als Lager für 2—3 nebenbei gelegene Purkinje'sche Zellen dienen; dasselbe beobachten wir auch in x_1. Auf eine solche Weise verbindet eine Faser einige Zellen unter sich und die letzteren mit den Centren, woher diese Faser kommt. Wir wiederholen nochmals, dass die in die molekuläre Schicht aufsteigende Kollateralen der Axenzylinder der Purkinje'schen Zellen häufig mit denselben Figuren wie die Kletterfasern endigen.

Die moosartigen Fasern (s. Abb. XXVI) sind in diesem Alter deutlicher ausgesprochen, ihre Verdickungen sind größer geworden; die aus den letzteren auslaufenden Fortsätze sind zahlreicher und länger geworden. Fast eine jede Faser giebt am Ende einen sehr langen Fortsatz ab, der in die molekuläre Schicht aufsteigt, wo er sich auch verliert.

Kätzchen von 2 Wochen.

In dieser Periode könnten wir die Kleinhirnrinde für völlig entwickelt halten, wenn wir nicht neben den erwachsenen Zellen einige, fürwahr unbedeutende Merkmale, die auf den embryonalen Charakter der Rinde hinweisen, antreffen würden. Die protoplasmatischen Verzweigungen der auf der Abb. XXVII dargestellten Purkinje'schen Zelle sind so dicht wie in der erwachsenen Zelle, sie gehen aber nicht sehr dicht bis zur äußeren Kleinhirnoberfläche heran.

Der Zellkörper besitzt an der Seite zwei feine, brustwarzenförmige Anhängsel — eine der embryonalen Zelle eigene Erscheinung. Die Korbzelle ist völlig entwickelt, neben ihr aber eine andere — wo der Axenzylinder die charakteristischen Zweige noch nicht abzugeben vermochte. Aehnliche unentwickelte Zellen sind in dieser Periode noch viele vorhanden. Die auf der Abbildung dargestellte Golgi'sche Zelle ist für die erwachsenen Formen so typisch, dass wir sie zu beschreiben nicht nötig haben. Die Zellen der inneren Körnerschicht verloren den größten Teil ihrer Fortsätze; die 3—4 nachgebliebenen senden entweder Seitenzweige ab oder endigen mit gabelförmigen Verzweigungen. Den an den Enden ähnlicher Fortsätze bei dem neugeborenen Kätzchen beobachteten Verdickungen begegnen wir hier nur als Seltenheit. Ihre Axenzylinder gehen von dem protoplasmatischen Fortsatz ab und weisen in ihrem Verlauf keine Eigentümlichkeiten, die der Beschreibung wert sind, auf.

Die Kletterfasern treten auf den Präparaten dank ihrer bedeutenden Dicke, ihrer eigenartigen Verzweigung und dem reichen, die letztere bedeckenden moosartigen Niederschlag sehr deutlich hervor. Vergleichen wir die Abb. XXVII mit XX, so bemerken wir unzweifelhaft, dass die Fasern viel dicker und gröber geworden sind und mit ihren Zweigen sich in der molekulären Schicht weiter ausgebreitet haben als in den frühen Perioden. Nach der Richtung dieser Zweige zu urteilen, ist es sehr wahrscheinlich, dass sie, wie Ramon y Cajal behauptet, die protoplasmatischen Fortsätze der Purkinje'schen Zelle begleiten. Unter diesen Fasern treten in der inneren Körnerschicht die moosartigen Fasern durch ihren Verdickungen von besonderer Form, von welchen wir bereits früher gesprochen haben, deutlich hervor. Die Verdickungen der moosartigen Fasern werden von Kölliker als Kunstprodukte angesehen. Ernst Lugaro [31] nimmt an, dass diese Fasern an einigen Stellen sehr leicht chromsaures Silber aufnehmen, welches sich in großer Menge niederschlägt und diese Verdickungen verursacht. Eine solche Neigung zur Ablagerung von chromsaurem Silber wird seiner Meinung nach dadurch erklärt, dass hier die Faser fast aus einem Punkte 10—20 feine Zweige absendet.

Kölliker [22] basiert seine Meinung darauf, dass die moosartigen Fasern sehr häufig solche Verdickungen nicht besitzen, sondern sich als glatte Fasern darstellen. Er fügt auch hier gleich hinzu, dass die sogenannten moosartigen Fasern aller Wahrscheinlichkeit nach nur frühe Stadien der glatten sind.

Betrachten wir in dem Lehrbuch Kölliker's [22] die Abbildung S. 546 und vergleichen wir sie mit unserer Abbildung XX, so sehen wir eine große Aehnlichkeit, und deshalb scheint uns wahrscheinlich, dass die sogenannten glatten Fasern Kölliker's nichts weiter als junge Kletterfasern sind. Die moosartigen Fasern sind fast vom Beginn ihrer Entstehung an und später auch stets mit Verdickungen versehen. Wir können nicht zugeben, dass Verdickungen solcher Form durch zahlreiche Verzweigungen bedingt wären, da einerseits bei einer großen Zahl von Zweigen keine andere Faser solch eine Verdickung besitzt, andererseits die moosartige Faser gar keine Zweige abgiebt, Verdickungen aber existieren. Näher der weißen Substanz ist die Zahl dieser Fasern eine so große, dass es sehr schwierig ist, die Richtung einer jeden Faser zu untersuchen. Eines nur können wir bemerken, dass ihre vorherrschende Richtung — zur molekulären Schicht ist; näher nach außen liegen sie nicht so dicht, und deshalb ist leicht zu sehen, wie die Faser, sobald sie bis zur Höhe der Purkinje'schen Zelle kommt, bogenförmig umbiegt und in horizontaler Richtung vorübergeht. Zuweilen steigt sie höher — in die molekuläre Schicht — hinauf und zerfällt da in einige feine Zweige. Bezüglich des äußeren Aussehens dieser Fasern muss man bemerken, dass ihr Querdurch-

messer nicht immer gleich ist, — es giebt dicke und dünne Fasern. Nicht eine einzige Faser besitzt eine geradlinige Richtung, sondern sie ist stets von zickzackförmigem, wellenartigem Verlauf. Die Verdickungen behielten ihre dreieckige Form, sie schicken aber bedeutend mehr dünne und kurze Fortsätze als in der vorhergehenden Periode ab. Bei aufmerksamer Betrachtung gelingt es uns auch, feine Verdickungen von derselben oder runder Form zu sehen, die sich in sehr dünne, in die molekuläre Schicht aufsteigende Fäserchen fortsetzen. Einige Fasern besitzen in ihrem Verlaufe einige solche Verdickungen.

Die Schlüsse, welche aus dieser Arbeit zu ziehen sind, kann ich in kurzen Worten so resumieren:

1. Die Keimschicht erzeugt neuroglische, wie auch Nervenelemente (Spongioblasten und Neuroblasten), wobei in dem Kleinhirn die ersteren sich früher ausbilden als die letzteren.

2. Die einfachsten Embryonalformen der Nervenzelle sind die unipolaren und bipolaren Zellen.

3. Die einfachste Embryonalform der Neurogliazelle ist auch eine bipolare Zelle, aber gröber gestaltet.

4. Nicht selten überschreitet an Größe eine embryonale Zelle und ihre Adnexa eine Zelle desselben Typus beim Erwachsenen.

5. Bisweilen sind die Embryonalzellen reicher mit protoplasmatischen Fortsätzen versehen als die ihnen entsprechenden erwachsenen.

6. Die Ependymzellen entstehen, den Neurogliazellen analog, aus Spongioblasten.

7. Die Umwandlung der Nervenzellen während ihrer Differenzierung unterliegt keinen sichtbaren Regeln, in den späteren Perioden dagegen vollzieht sich dieselbe nach einem streng bestimmten Plane. Das Gesagte betrifft vorzüglich die großen Zellen der Kleinhirnrinde.

8. Die Rinde erreicht ihre völlige Entwicklung 2—3 Wochen nach der Geburt der Frucht (Kätzchen, Hündchen).

9. Die äußere Körnerschicht kann die zweite Keimschicht genannt werden, da sie das Supplement-Material für den Aufbau der Kleinhirnrinde liefert.

10. Vor Allem differenzieren sich in der Kleinhirnrinde die Neurogliazellen, ihnen folgen die großen Zellen der Rinde, und weiter kommen Korbzellen, die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht und Sternzellen der Molekulärschicht.

11. In der Mantelschicht differenzieren sich am frühesten jene Zellen, die mehr nach außen gelegen sind.

12. Die Neurogliazellen in den äußeren Zonen der Kleinhirnplatte differenzieren sich früher, die in den inneren später.

13. Die bipolaren vertikalen Zellen bilden sich aus Elementen der äußeren Körnerschicht, ohne die Phasen der horizontalen bipolaren

Zellen durchzumachen, wie es von Anderen behauptet wird, und wandlen sich in die kleinen Zellen der Körnerschicht um.

14. Die Korbzellen entwickeln sich auf Kosten der Elemente der Mantel- und äußeren Körnerschicht.

15. Die Sternzellen entwickeln sich vorzüglich aus horizontalen (frontalen) und teilweise aus vertikalen bipolaren Zellen.

16. Embryonale Golgi'sche Zellen und die kleinen Zellen der inneren Körnerschicht sind mit größeren protoplasmatischen Fortsätzen versehen als die erwachsenen.

17. Die Nervenelemente desselben Typus differenzieren sich nicht gleichzeitig, was darauf hinweist, dass entweder einige Zellen in ihrer Entwicklung zurückbleiben oder darauf, dass sie nicht auf einmal entstehen.

18. Aus der äußeren Körnerschicht entstehen sie wie die Neurogliazellen, so auch alle Typen der Nervenzellen der Rinde.

19. Die Histogenese der Kleinhirnrinde ist in den Hauptzügen der des Rückenmarkes sehr analog.

Erklärung der Abbildungen.

Abbildung I. Katzen-Embryo 1—1¼ cm Sagittalschnitt.
„ II. Katzen-Embryo 3 cm Sagittalschnitt.
„ III. Katzen-Embryo 8 cm Sagittalschnitt.
„ IV. Katzen-Embryo 12 cm Sagittalschnitt.
„ V. Katzen-Embryo 3 cm Sagittalschnitt, *e* — Ependymzellen.
„ VI. Schaf-Embryo 2 cm; *ext* — die äußere Oberfläche; *in* — die innere — der Kleinhirnplatte; *n* = oberflächlich gelegene Neurogliazellen; *e* — Ependymzellen.
„ VII. Schaf-Embryo 5 cm; *n* — oberflächliche; n_1 — tiefgelegene Neurogliazellen; *a* — unipolare, *b* — bipolare Zelle; *d* — eine Faser, die in ihrem Wege ein Knie bildet; *x* und *y* — Neurogliazellen mit kurzen Fortsätzen; *k* — äußere Körnerschicht.
„ VIII. Katzen-Embryo 5 cm; *n* und n_1 — Neurogliazellen.
„ IX. Schaf-Embryo 14 cm; Verbindung zweier Zellen *b* und *c* mit Hilfe einer protoplasmatischen Brücke; *g* und *e* embryonale Golgi'sche Zellen, die übrigen Purkinje'sche (kombinierte Abbildung).
„ IX_1. Ependymzellen desselben Embryos.
„ X. Dasselbe Objekt; a_1 — Neuroblast mit keimendem protoplasmatischen Fortsatz; g_1, e_1 — embryonale Golgi'sche Zellen; *n*, n_1 = Neurogliazellen (kombinierte Abbildung).
„ XI. Katzen-Embryo 8 cm; a_1, *g* — zwei Nervenzellen, welche in der äußeren Körnerschicht entstanden sind; die übrigen sind große Zellen der Rinde. Horizontale Zellen sind embryonale Korbzellen (kombinierte Abbildung).
„ XII. Katzen-Embryo 12 cm; *a*, a_1, *b* — embryonale Purkinje'sche Zellen; *k*, k_1, k_2, *g*, *h*, *d*, *c*, *o* — kleine Zellen der inneren Körnerschicht in verschiedenen Stadien der Entwicklung; *g* u. g_1 — embryonale Golgi'sche Zellen; n_1 — Neurogliazellen (kombinierte Abbildung).

Abbild. XIII. Dasselbe Objekt; a, a_1, b — junge Purkinje'sche Zellen; c_1 — zône de croissance von Ramon y Cajal; d = Collaterale des Axenzylinders einer Purkinje'schen Zelle; c — eine horizontale (sagittale) bipolare Zelle; k — junge Korbzellen; p_1 — ihre protoplasmatische Fortsätze; g u. g_1 — junge Golgi'sche Zellen; k_1 — eine kleine Zelle der inneren Körnerschicht (kombinierte Abbildung).

„ XIV. Dasselbe Objekt; Neurogliazellen sind in verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung dargestellt.

„ XV. Katzen-Embryo 8 cm. Neurogliazellen.

„ XVI. Dasselbe Objekt; Neurogliazellen. k — junge Neurogliazellen, die aus Elementen der äußeren Körnerschicht gebildet sind.

„ XVII. Dasselbe Objekt; junge Neurogliazellen während ihrer Bildung in der äußeren Körnerschicht.

„ XVIII. Dasselbe Objekt; spinnenförmige Neurogliazellen.

„ XIX. Neugeborenes Kätzchen. a, a_1, a_2, a_3 — junge Purkinje'sche Zellen in verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung; k — kleine Zellen der inneren Körnerschicht, die den embryonalen dicken Fortsatz behalten haben; in k_1 — ist er atrophiert; f u. f_1 — junge Korbzellen; b u. c — bipolare Zellen (kombinierte Abbildung).

„ XX. Dasselbe Objekt; Kletterfasern.

„ XXI. Dasselbe Objekt. t u. t_1 — bipolare Elemente, die sich in Neurogliazellen umwandeln sollen; n_1 — aus der äußeren Körnerschicht entstandene Neurogliazellen; b u. c — Neurogliazellen mit atrophierendem äußeren Fortsatz; a — eine Neurogliazelle, welche keinen äußeren langen Fortsatz besitzt.

„ XXII. Dasselbe Objekt. Ein Schnitt in longitudinaler, den Furchen paralleler Richtung; b — eine vertikale bipolare Zelle, deren Axenzylinder sich gabelförmig verteilt; c — eine horizontale (frontale) bipolare Zelle (kombinierte Abbildung).

„ XXIII. Dasselbe Objekt; Zellen, die wir auf verschiedenen Höhen der Kleinhirnrinde bei neugeborenen Kätzchen beobachtet haben; ihre histologische Bedeutung ist unklar.

„ XXIV. Achttägiges Kätzchen. a, a_1, a_2, a_3 — junge Purkinje'sche Zellen; g — Golgi'sche Zellen; k — vertikale bipolare Zellen mit sich verzweigendem unteren Fortsatz (kombin. Abbild.).

„ XXV. Dasselbe Objekt. k u. l — junge Purkinje'sche Zellen mit zwei Axenzylindern; x u. x_1 — Kletterfasern, mit ihren Verzweigungen die Körper zweier benachbarter Purkinje'scher Zellen umfassend.

„ XXVI. Dasselbe Objekt. a — Sternzellen oder kleine Zellen der Molekulärschicht; g — eine erwachsene Golgi'sche Zelle; ko — eine junge Korbzelle; k — ein in die Molekulärschicht zurückkehrende Kollaterale des Axenzylinders einer Purkinje'schen Zelle.

„ XXVII. Zweiwöchentliches Kätzchen. Die Elemente der Kleinhirnrinde sind fast vollständig entwickelt.

„ XXVIII. Eine Purkinje'sche und Körnerzelle eines Huhn-Embryos am 12. Bebrütungstage.

Abbild. XXIX. Dasselbe Objekt. Bipolare Zellen.
„ XXX. Die gegenseitige Beziehung der Axenzylinder der Purkinje'schen Zellen eines Huhn-Embryos am 17. Bebrütungstage.
„ XXXI. Hund-Embryo von 7 cm. Die embryonale große Zelle der Rinde; n u. n_1 — Neurogliazellen.
„ XXXII. Hund-Embryo von 11 cm. Embryonale Purkinje'sche Zellen.
„ XXXIII. Zweiwöchentliches Hündchen. Eine Golgi'sche Zelle mit langen protoplasmatischen Fortsätzen.
„ XXXIV. Eine Purkinje'sche Zelle von einem Barsch.
„ XXXV. Eine Purkinje'sche Zelle von einem Stieglitz.
„ XXXVI. Eine Purkinje'sche Zelle von einem Frosch.
„ XXXVII. Elemente der Kleinhirnrinde einer erwachsenen Katze. g — ovale Golgi'sche Zelle.
„ XXXVIII. Pyramidale Figuren, durch Verzweigungen der Axenzylinder der Purkinje'schen Zellen gebildet.

Litteratur.

[1] Babuchin, Uebersicht der neuen Untersuchungen über Entwicklung, Bau und physiologische Verhältnisse der elektrischen und pseudoelektrischen Organe. Arch. f. Anatomie und Physiologie und wissenschaftliche Medizin, 1876, S. 501.

[2] Bellogni G. et Stefani A., Contribution à l'histogenèse de l'écorce cérébellaire. Arch. italiennes de biologie, XI, 1889.

[3] Bergmann, Prof. in Rostock, Notiz über einige Strukturverhältnisse des Cerebellum und Rückenmarks. Zeitschrift f. rationelle Medizin, Bd. VIII, 1857.

[4] Boll, Histologie und Histogenese der nervösen Centralorgane. Arch. f. Psychiatrie, IV, 1873.

[5] Denissenko, Gabriel, Zur Frage über den Bau der Kleinhirnrinde bei verschiedenen Klassen von Wirbeltieren. Arch. f. mikroskopische Anatomie, XIV, 1877.

[6] Forel, August, Einige hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse. Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten, Bd. XVIII, 1887.

[7] Friedländer, Dr. B., Zur Kritik der Golgi'schen Methode. Zeitschrift f. wissenschaftliche Mikroskopie, Bd. XII, Heft 2, 1895.

[8] Fusari, Sull' origine delle fibre nervose nello strato moleculare delle circonvoluzione cerebellari dell' uomo. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino, Vol. XIX, 1886.

[9] van Gehuchten, A., La structure des centres nerveux. La moelle epinière et le cervelet. La cellule, 1891, p. 82.

[10] Gierke, Hans, Die Stützsubstanz des Centralnervensystems. Arch. f. mikroskopische Anatomie, XXV, 1885.

[11] Gerlach, J., Mikroskopische Studien. Erlangen 1858.

[12] Golgi, Camillo, Untersuchungen über den feineren Bau des centralen und peripherischen Nervensystems, 1894, Jena.

[13] Derselbe, Recherches sur l'histologie des centres nerveux. Archiv. italiennes de biologie, T. III, 1883.

[14] Derselbe, Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes. Anatomischer Anzeiger, 1890.

[15] Hensen, Zur Entwicklung des Nervensystems. Arch. f. pathologische Anatomie und Physiologie. XXX, 1864.
[16] His, Wilhelm, Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Marke. Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissensch., Bd. XV, 1890.
[17] Derselbe, Histogenese und Zusammenhang der Nervenelemente. Arch. f. Anatomie u. Physiologie, Anat. Abt., 1890.
[18] Derselbe, Die Entwicklung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Uebersichtliche Darstellung. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Anat. Abt., 1887.
[19] Hertwig, Oskar, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere, Jena 1893.
[20] Carrière, Justus, Ueber Anastomosen der Ganglienzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarkes. Arch. f. mikroskopische Anatomie, XIV, 1877.
[21] Kölliker, A., Die Untersuchungen von Golgi über den feineren Bau des centralen Nervensystems, Anat. Anz., II, 1887.
[22] Derselbe, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, Bd. II, 1893.
[23] Derselbe, Das Kleinhirn. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 49, 1890.
[24] Derselbe, Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. Das Rückenmark. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 51, 1890.
[25] Koschevnikow A., Axenzylinderfortsatz der Nervenzellen im Kleinhirn des Kalbes, M. Schultze's Archiv, V, 1869.
[26] Lahousse, E., Recherches sur l'ontogenèse du cervelet. Archiv. de biologie, VIII.
[27] Lubimoff, Alexis, Embryologische und histogenetische Untersuchungen über das sympathische und centrale Cerebrospinal-Nervensystem. Arch. f. pathologische Anatomie und Physiologie und klinische Medizin, Bd. 60, 1874.
[28] von Lenhossék, Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Fortschritte der Medizin, 1892.
[29] Derselbe, Beobachtungen an den Spinalganglien und dem Rückenmark von *Pristiurus*-Embryonen. Anat. Anz., Bd. VII, 1892.
[30] Lugaro, Ernst, Ueber die Histogenese der Körner der Kleinhirnrinde. Anat. Anz., Bd. IX, 1894.
[31] Derselbe, Ueber die Verbindungen der nervösen Elemente der Kleinhirnrinde unter einander, mit vielen Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Tiere, XV, Gießen 1895.
[32] Löwe, Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Nervensystems, II, Leipzig 1883. (Citiert von Lahousse.)
[33] Magini, Neuroglia e cellule nervose cerebrali nei fœti. Atti del dodicesimo congresso della Associazione medica italiana tenuto in Pavia nel Septembre (V. I.), 1887, Pavia 1888.
[34] Derselbe, Nouvelles recherches histologiques sur le cerveau du foetus. Arch. italien. de biologie, X, 1888.
[35] Michalkowics, Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Leipzig 1877.
[36] Minot, Charles Sedgwick, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1894.
[37] Obersteiner, H., Der feinere Bau der Kleinhirnrinde bei Menschen und Tieren. Biolog. Centralbl., Bd. III, 1884.

[38] Obersteiner H., Eine partielle Kleinhirnatrophie, nebst einigen Bemerkungen über den normalen Bau des Kleinhirns. Allgem. Zeitschrift f. Psychiatrie und psychisch-gerichtl. Medizin, Bd. 27, 1871.

[39] Derselbe, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Leipzig 1888.

[40] Ramón y Cajal, A propos de certains éléments bipolaires. Internationale Monatschrift f. Anatomie u. Physiologie, Bd. VII, 1890.

[41] Derselbe, Sur les fibres nerveuses de la couche granuleuse du cervelet et sur l'évolution des éléments cerebelleux. Ibid.

[42] Derselbe, Sur l'origine et la direction des prolongations nerveuses de la couche moleculaire du cervelet. Internationale Monatschrift, Bd. VI, 1889.

[43] Derselbe, Sur la fine structure du lobe optique des oiseaux et sur l'origine réele des nerfs optiques. Intern. Monatschr., Bd. VIII, 1891.

[44] Derselbe, Sur la structure de l'écorce cérébrale de quelques mammifères. La Cellule, 1891.

[45] Derselbe, A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moelle epinière du poulet. Anat. Anz., 1890, V.

[46] Derselbe, Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moelle embryonnaire. Ibid.

[47] Rindfleisch, Zur Kenntnis der Nervenendigung in der Hirnrinde. M. Schultze's Archiv, Bd. VIII, 1871.

[48] Rhode, Emil, Ganglienzelle, Axenzylinder, Punktsubstanz und Neuroglia. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. XLV, 1895.

[49] Rossbach u. Sehrwald, Ueber die Lymphwege des Gehirns. Centralblatt f. d. mediz. Wissensch., 1888.

[50] Retzius, Gustav, Biologische Untersuchungen, VI.

[51] Derselbe, Biol. Untersuchungen, III.

[52] Derselbe, Biol. Untersuchungen, IV.

[53] Schaper, Alfred, Zur feineren Anatomie des Kleinhirns der Teleostier. Anat. Anzeiger, Jahrg. VIII, 1893.

[54] Derselbe, Einige kritische Bemerkungen zu Lugaro's Aufsatz etc. Anat. Anz., Jahrg. X, 1895.

[55] Derselbe, Die morphologische und histologische Entwicklung des Kleinhirns der Teleostier. Morphol. Jahrbuch, Bd. XVI, 1894.

[56] Stieda, Ludwig, Studien über das centrale Nervensystem der Vögel und Säugetiere. Zeitschrift f. wissensch. Zool., Bd. XIX, 1869.

[57] Schwalbe, G., Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.

[58] Unger, L., Untersuchungen über die Entwicklung der centralen Nervengewebe. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften, Bd. LXXX, 1880.

[59] Valentin, G., Contribution à l'histogenèse de la cellule nerveuse et de la nevroglie du cerveau de certains poissons chondroéstiques. Arch. italien. de biologie, 1891.

[60] Vignal W., Recherches sur le développement des éléments des couches corticales du cerveau et du cervelet chez l'homme et les mammifères. Arch. de physiologie, 1888, Nr. 7 u. 8.

[61] Derselbe, Développement des éléments du système nerveux cérébro-spinal. Nerfs périfériques. Moelle. Couches corticales du cerveau et du cervelet. Paris, Masson 1889.

[62] Weigert, Beiträge zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia (mit 13 Tafeln). Festschrift zum fünfzigjährigen Jubiläum des ärztlichen Vereins in Frankfurt a. M. 1895. Fortschritte der Medizin, Bd. 13, 1895.

Moskau, Juni 1896.

O. Schultze, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere.

2. Hälfte. Leipzig, Verlag von W. Engelmann, 1897.

Die zweite Hälfte des Werkes, welche im Wesentlichen die Organogenie umfasst, ist schnell nach der ersten im Druck erschienen. Sie wird vermutlich Niemanden in den Erwartungen täuschen, die er nach der Kenntnisnahme der ersten Hälfte hegen durfte. Der Hauptvorzug des Werkes liegt — das sei jetzt, wo man über das Ganze urteilen kann, wiederholt — in der vorzüglichen Klarheit, mit der auch die schwierigen Kapitel der embryonalen Morphologie auseinandergesetzt sind, und das mit so wenig Worten. Man liest es bald aus dem Werk heraus, dass der Verfasser als akademischer Lehrer weiß, welche Vorgänge an die Vorstellungsfähigkeit der Anfänger die größten Anforderungen stellen, und welche Kapitel dem Lehrer selbst bei der Darstellung die meisten Schwierigkeiten bereiten und darum mit der größten Kunst behandelt werden müssen. (— Es sei hier nur auf die ausgezeichnete Beschreibung der Entstehung der plexus chorioidei laterales, des fornix und corpus callosum hingewiesen. —) Aus diesen Erfahrungen heraus ist es wohl auch als notwendig erachtet worden, das Werk so reichlich mit Bildern auszustatten, dass fast allen Ansprüchen genügt wird; nur hie und da, z. B. bei der Entwicklung des Zwerchfells und der Scheidung von Pleura und Pericard wünschte man sich noch ein paar Abbildungen mehr. Ein zweiter großer Vorzug des Werkes ist seine Kürze. Es lag ja im Plan des Verf., ein Buch für den Mediziner zu schreiben, für den die Embryologie nur Nebenfach ist. Aus dem Grunde ist viel Vergleichend-Anatomisches fortgelassen und dafür für den Arzt Wichtiges, wie die Entstehung von Missbildungen, mehr in den Vordergrund gestellt. Aber diese mit dem Plan gegebene Kürze des Buches hat den Verfasser weder dazu geführt, bloß ein trockenes Schema der Entwicklungsgeschichte zu geben, in dem zur Aussprache allgemeiner Bemerkungen kein Platz ist, noch auch auf die Mitteilung neuer Ergebnisse, die noch nicht Allgemeingut geworden sind, zu verzichten. Hervorgehoben sei in dieser Hinsicht die Darstellung der Wirbelbildung von den sogenannten Bogenanlagen der Urwirbel aus, die Andeutung, dass der Grenzstrang des Sympathicus, der bei Fledermäusen als unsegmentierter dorsolateraler Strang „im Mesoblast auftaucht", vielleicht gar nicht von den Spinalganglien abstammt, vielleicht nicht einmal ektodermaler Herkunft ist, ferner der sehr bestimmte Hinweis, dass die Lymphzellen der Thymusdrüse nicht in diese einwandern, sondern direkt aus dem Drüsenepithel entstehen, und dass die Milz „zweifellos" aus einer Verdickung des Peritonealepithels hervorgeht. Vieles Andere kann hier nicht aufgezählt werden. Endlich sei noch hervorgehoben, dass den Schluss des Werkes kurze sehr praktische „technische Bemerkungen" bilden.

R. H. [89]

---

v. Wasielewski, Sporozoenkunde, ein Leitfaden für Aerzte, Tierärzte und Zoologen.

Jena, Gustav Fischer, 1896.

Der Verf., ein Mediziner, hat sich, wie er in der Vorrede sagt, seit längerer Zeit mit Untersuchungen zur Sporozoeninfektion beschäftigt. Um dem Nichtzoologen die großen Schwierigkeiten zu erleichtern, sich auf diesem Gebiet, in welchem es fast gänzlich an zusammenfassenden Arbeiten fehlt, zu orientieren, hat er sich entschlossen, seine Vorarbeiten zu veröffentlichen, zum Nutzen derer, die auf den gleichen Wegen wandeln wie er.

In einem Hefte von 159 Seiten, das mit 111 guten Abbildungen (fast durchweg Copien nach den Tafeln der Originalarbeiten) ausgestattet ist, giebt er eine systematisch geordnete Schilderung aller bisher zoologisch genügend beschriebenen und anerkannten Arten, indem er, Labbé und Braun folgend, die Sporozoën in die 5 Ordnungen Gregarinen, Hämosporidien, Coccidien, Acystosporidien und Myxosporidien teilt und dazu als Anhang die nur unvollkommen charakterisierten Gruppen Sarkosporidien, Amoebosporidien und Serosporidien fügt.

Jeder einzelnen Abteilung wie der ganzen systematischen Schilderung sind allgemeine Angaben über die Biologie der Gruppen, beziehungsweise der ganzen Klasse vorausgeschickt, die genügend beschriebenen Arten sind fast vollzählig mit Charakteristiken aufgeführt. Wie in der Vorrede erwähnt, hat Verf., der der Kürze und Uebersichtlichkeit wegen nicht auf alle strittigen Punkte eingehen konnte, in manchen Fällen sich in der Darstellung durch eigene Beobachtungen leiten lassen. Ref. bedauert, dass diese Stellen nicht deutlich bezeichnet erscheinen, während die benützten Autoren überall zitiert werden.

Der biologischen und systematischen Schilderung sind dann noch angefügt eine Tabelle aller in Betracht kommenden Wirtstiere mit Bezeichnung der in ihnen gefundenen Arten, Bemerkungen zur Technik der Sporozoenuntersuchung, und endlich ein kleines Verzeichnis der Hauptwerke der Sporozoenlitteratur, während für Spezialuntersuchungen auf die vortrefflichen zoologischen Litteraturverzeichnisse verwiesen wird.

Das kleine, sehr fleißig zusammengestellte und klar geschriebene Buch erscheint sehr geeignet, seinem Zweck zu dienen, den der Verf. bescheiden dahin begrenzt, Medizinern, Tierärzten und — solange ein zusammenfassendes Werk von zoologischer Seite fehle, vielleicht auch Zoologen als Führer in diesem noch so wenig bekannten Gebiete zu dienen, in dem so sehr viele und besonders auch biologische Probleme der Lösung harren. W. [85]

Einsendungen für das Biol. Centralblatt bittet man an die ***Redaktion, Erlangen, physiol. Institut, Bestellungen*** *sowie alle* ***geschäftlichen,*** *namentlich die auf* ***Versendung des Blattes,*** *auf* ***Tauschverkehr*** *oder auf* ***Inserate*** *bezüglichen Mitteilungen an die* ***Verlagshandlung Arthur Georgi, Leipzig, Salomonstr. 16,*** *zu richten.*

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. Oktober 1897.** **Nr. 19.**

Inhalt: **Häcker**, Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen. — **Friedenthal**, Funktion der weißen Blutkörperchen. — **Haecke**, Grundriss der Entwicklungsmechanik.

Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen.

Die Keim-Mutterzellen.

Von Prof. **Valentin Häcker**.

(Zoologisches Institut, Freiburg im Breisgau).

Es sind in den letzten Jahren wiederholt Versuche gemacht worden, die Reifungserscheinungen der tierischen und pflanzlichen Geschlechtsprodukte zu einander in Parallele zu setzen.

Nachdem Strasburger[1]) die Teilungsvorgänge bei der Pollen- und Eibildung der Phanerogamen ganz im Allgemeinen mit der „Reifung" der tierischen Geschlechtsprodukte verglichen und auf die Gesamtheit dieser Erscheinungen gewisse theoretische Vorstellungen gegründet hatte, nachdem sodann zoologischerseits[2]) auf die Mehrdeutigkeit der für die Pflanzen beschriebenen und von Strasburger theoretisch verwerteten Einzelbilder und andrerseits auf ihre Aehnlichkeit mit neueren Befunden bei tierischen Objekten hingewiesen worden war, haben die Untersuchungen der letzten Jahre die Verbindung zwischen beiden Gebieten zu einer immer engeren gestaltet.

1) E. Strasburger, The Periodic Reduction of the number of the Chromosomes in the Life-History of Living Organisms, Ann. of Bot., Vol. 8, 1894; Ueber periodische Reduktion der Chromosomenzahl im Entwicklungsgang der Organismen. Biol. Centralblatt, Bd. 14, 1894.

2) V. Häcker, The Reduction of the Chromosomes in the Sexual Cells, as described by Botanists: A reply to Professor Strasburger, Ann. of Bot. Vol. 9, 1895; Zur Frage nach dem Vorkommen der Schein-Reduktion bei den Pflanzen, Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 46, 1896.

Es war das Verdienst Belajeff's und einer Anzahl englischer Forscher[1]), die Veränderungen der chromatischen Substanz während der ersten Teilung der Pollenmutterzellen der Phanerogamen durch eine abermalige eingehende Prüfung endgiltig klarzulegen und den übereinstimmenden Verlauf derselben mit dem der „heterotypischen Teilung", wie sie speziell bei *Salamandra* vorkommt, nachzuweisen. Indem dabei gleichzeitig die früheren Vorphasen der Pollen- und Embryosack-Mutterzellen einer genaueren Prüfung unterzogen wurden, stellte sich in einer ganzen Reihe von Punkten eine auffällige Homologie mit dem Verhalten der tierischen Samen- und Ei-Mutterzellen heraus.

Anders verhält es sich mit dem zweiten Teilungsschritt. Hier wogt seit Jahren der Kampf um die Reduktionsfrage hin und her. Einen Moment schien es, als ob eine Uebereinstimmung erreicht wäre, indem rasch hintereinander die Arbeiten von Strasburger und seinen Schülern[2]), von Calkins[3]) und Ischikawa[4]) Verhältnisse zur Darstellung brachten, welche in sehr gutem Einklang mit neueren zoologischen Befunden zu stehen schienen. In einer letzten Mitteilung haben jedoch Strasburger und Mottier[5]) ihre Angaben zurückgenommen, und, wenn auch die Objekte von Calkins und Ischikawa in technischer Hinsicht eine hervorragende Stelle einzunehmen scheinen und jedermann ein volles Vertrauen in das Beobachtungstalent der beiden Forscher setzen wird, so lässt sich doch nicht leugnen, dass der Ausgang des Streites aufs Neue weit hinausgeschoben ist.

Angesichts dieser Sachlage dürfte es zweckmäßig sein, dasjenige, was thatsächlich bisher als gemeinsames Gut gewonnen ist, vergleichend

1) W. Belajeff, Zur Kenntnis der Karyokinese bei den Pflanzen, Flora, 1894, Ergänzungsband; Ethel Sargant, Some Details of the First Nuclear Division in the Pollen-Mother-Cells of *Lilium Martagon* L., Journ. R. Micr. Soc., 1895; J. Bretland Farmer und J. E. S. Moore, On the essential Similarities existing between the heterotype nuclear Divisions in Animals and Plants, Anat. Anz., Bd. 11, 1895; Ethel Sargant, The Formation of the Sexual Nuclei in *Lilium Martagon*, Ann. of Bot., Vol. 10, 1896; H. H. Dixon, On the Chromosomes of *Lilium longiflorum*, Proc. R. Jr. Ac., Vol. 3, 1896.

2) E. Strasburger, Ueber Cytoplasmastrukturen, Kern- und Zellteilung. D. M. Mottier, Beiträge zur Kenntnis der Kernteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen und Monokotylen Beide Arbeiten in: Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 30, 1897 (Sonderabdruck: Cytologische Studien aus dem Bonner bot. Institut, Berlin, 1897).

3) Gary N. Calkins, Chromatin-reduction and Tetrad-formation in *Pteridophytes*, Bull. Torrey Botanical Club, Vol. 24, 1897.

4) C. Ischikawa, Studies of Reproductive Elements. III. Die Entwicklung der Pollenkörner von *Allium fistulosum* L., ein Beitrag zur Chromosomen-Reduktion im Pflanzenreiche, Journ. Coll. Sc. Tokyo, Vol. 10, 1897.

5) E. Strasburger und D. M. Mottier, Ueber den zweiten Teilungsschritt in Pollenmutterzellen, Ber. Bot. Ges., Jahrg. 15, 1897.

zusammenzustellen. Eine solche vergleichende Betrachtung wird sich bei dem heutigen Stand der Dinge auf das Verhalten der Mutterzellkerne vor und während der ersten Teilung zu beschränken haben, sie wird jedoch zeigen, dass die neueren Beobachtungen mehr und mehr auf einen Punkt konvergieren, der sich vielleicht folgendermaßen festlegen lässt:

Die bei der Pollen- und Eibildung der Phanerogamen und bei der Sporenbildung der Farne einerseits und bei der tierischen Samen- und Eireife andrerseits sich abspielenden Vorgänge lassen sich nicht nur ganz allgemein, etwa im Sinn von vorbereitenden Prozessen, mit einander vergleichen, vielmehr zeigen dieselben auch im Einzelnen auffallende morphologische und physiologische Uebereinstimmungen, welche auf eine homologe biologische Bedeutung schließen lassen. Und zwar ist der Punkt, wo der Vergleich im Speziellen einzusetzen hat, jeweils **die erste Teilung** bei der Pollen- und Eibildung der Phanerogamen, bei der Sporenbildung der Farne und bei der Samen- und Eireife der Metazoen.

1. Beschaffenheit des Chromatins während der Wachstumsperiode der Keim-Mutterzellen[1]).

Frühzeitiger Eintritt in die Knäuelphase (Fig. *A* u. *B*). Von einer großen Anzahl von Beobachtern wird für die Mutterzellen der tierischen und pflanzlichen Geschlechtsprodukte als auffallende Erscheinung angegeben, dass die chromatische Substanz schon sehr frühzeitig einen Teil jener Veränderungen durchläuft, welche sonst für die Prophasen der Teilung charakteristisch sind. Und zwar kommt dieses eigentümliche Verhalten des Chromatins entweder nur in einer sehr frühzeitigen Verwandlung des Kerngerüsts in einen zusammenhängenden[2]), knäuelig aufgewundenen Chromatinfaden (Mutterknäuel oder Spirem) zum Ausdruck, oder aber es tritt, von Anfang an oder

1) Es dürfte kaum zweckmäßig sein, die in allen Sprachen bequem zu handhabende und fast allgemein eingebürgerte Bezeichnung „Mutterzellen" (Keim-, Sporen-, Embryosack-, Pollen-, Samen-, Eimutterzellen) nachträglich wieder durch eine vielleicht etwas sinngemäßere, aber umständlichere Benennung (primäre Sporocyten, Ovocyten, Spermatocyten) zu verdrängen. Das neuerdings wieder von Calkins (Chrom. Red. *Pteridoph.*, p. 104) ausgesprochene Bedenken, dass die „Sporen-Mutterzellen" eigentlich die Großmutterzellen der Sporen sind, kann gegenüber den Vorteilen der ersteren Bezeichnung kaum ins Gewicht fallen.

2) Von den meisten Forschern, welche auf diesen Punkt geachtet haben, wird das Vorhandensein einer einzigen, zusammenhängenden Fadenschlinge festgestellt oder wenigstens als wahrscheinlich angenommen: so für die Keimbläschen von *Ophryotrocha* (Korschelt), *Branchipus* (Brauer), *Canthocamptus* u. a., für die Embryosackkerne von *Lilium Martagon* (Sargant), für die Kerne der Sporen-Mutterzellen der Farne (Calkins).

wenigstens sehr frühe, die Längsspaltung des Fadens, beziehungsweise die Zerlegung desselben in die Elemente der ersten Teilung hinzu.

Bei einem der von mir untersuchten Copepoden, bei *Canthocamptus*, liegt einer der extremsten Fälle vor (Fig. *A*). Hier gehen nach der letzten Teilung der Ur-Eizellen die Tochterknäuel überhaupt nicht in ein feinfadiges „Ruhe"- oder Kerngerüststadium über, vielmehr findet gewissermaßen nur eine Auflockerung der Knäuel statt und fast unmittelbar nach dem Ablauf des erwähnten Teilungsprozesses tritt in den Tochterknäueln die Längsspaltung der chromatischen Fäden auf. Die Chromatinsubstanz persistiert also in Form eines zusammenhängenden, längsgespaltenen Fadenknäuels während einer großen Teiles der etwa drei Tage lang dauernden[1]) Wachstumsperiode der Eizellen, um sodann, entweder vor oder erst nach abermaliger Verdichtung, in die Segmentierung einzutreten[2]).

Unsegmentierter Knäuel.

Fig. *A*. *Canthocamptus*, weibl. (Eig. Präp.)

Fig. *B*. *Lilium Mart.*, weibl. (Sargant).

In gleicher Weise zeigen nach Rückert auch die Keimbläschen der Selachier, speziell von *Pristiurus*, zu keiner Zeit ein eigentliches Kerngerüst, wie es sonst den „ruhenden" Kernen zuzukommen pflegt. Ja, die Chromosomen, welche bei der letzten Teilung der Ureizellen von den jungen Ei-Mutterzellen übernommen werden, scheinen sich hier nicht einmal zu einem zusammenhängenden, knäuelig aufgewundenen Faden zusammenzuschließen, wie dies bei der vorhin besprochenen Form der Fall ist. Vielmehr bleiben sie, nachdem bereits in den Dispiremen der letzten Teilung der Ureizellen die Längsspaltung sich

1) Diese Zeit kann z. B. folgenden Daten entnommen werden, die bei einem *Canthocamptus*-Weibchen beobachtet wurden: 26. Okt. Bildung des ersten Eisacks (1. Brut); 29. Okt. Neufüllung der Ovidukte beginnt (2. Brut); 31. Okt. Die Nauplien verlassen den Eisack (1. Brut); 1. Nov. Auflösung der Keimbläschen in den Ovidukteiern (2. Brut); 2. Nov. Bildung des zweiten Eisacks (2. Brut).

2) V. Häcker, Die Vorstadien der Eireifung. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 45, 1895, S. 207 ff., S. 229.

bemerklich gemacht hatte[1]), in Form von isolierten Fadenpaaren während der ganzen Wachstumsperiode, also mindestens mehrere Monate lang, unter Umständen vielleicht eine Jahresfrist, bis zur Reife bestehen[2]).

Uebereinstimmend mit diesen Angaben fand Belajeff die Pollenmutterzellen von *Larix* schon während der Winterruhe „zur karyokinetischen Teilung bereit“[3]), d. h., sie sind, wie sich Strasburger für das nämliche Objekt etwas zutreffender ausdrückt, bereits in der Winterruhe in die ersten Stadien der Prophase eingetreten und zeigen schon jetzt getrennte, an der Kernwandung verteilte Chromosomen[4]).

Abgesehen von diesen Grenzfällen liegen noch zahlreiche andere Beobachtungen vor, in welchen in mehr oder weniger bestimmter Weise die frühzeitige Verwandlung des Kerngerüstes der Mutterzell-Kerne in den längsgespaltenen Fadenknäuel und die lange Dauer der Prophasen betont wird. Ich erwähne hier nur einerseits die Angaben Brauer's über die Spermatogenese von *Ascaris*, andrerseits die Beobachtungen an Liliaceen, namentlich die neueren von Miss Sargant, welche sich auf die Embryosackbildung von *Lilium Martagon* beziehen (Fig. *B*). Die zu Anfang citierten Beobachtungen (an *Canthocamptus*, *Pristiurus* und *Larix*) fallen aber hier deswegen mehr ins Gewicht, weil die in denselben gemachten zeitlichen Angaben die außerordentlich lange Dauer der Prophasen in den Mutterzellen, verglichen mit den Prophasen in vegetativen Elementen, schärfer hervortreten lassen.

Es sollen, um diesen Gegensatz zu beleuchten, nur zwei Beispiele angeführt werden. In den Epithelzellen von *Salamandra* spielt sich nach Flemming[5]) der Kernteilungsprozess in 2—5 (meist 2—3) Stunden ab. Nun ist aber im konservierten Material die Anzahl der Knäuelphasen, auf welche man bei Durchmusterung eines Epithelfeldes stößt, beinahe ebenso groß wie die Zahl aller späteren Phasen zusammengenommen[6]), und es berechnet sich also hieraus die Dauer der Knäuelphase auf 1 bis 2 Stunden. Um noch ein zweites Beispiel zu erwähnen, so beträgt in den ersten Furchungsstadien von *Cyclops* die gesamte Dauer des Teilungsprozesses kaum viel mehr als eine halbe

1) J. Rückert, Ueber die Verdopplung der Chromosomen im Keimbläschen des Selachiereies. Anat. Anz., 8. Jahrg., 1893, S. 48.

2) J. Rückert, Zur Entwicklungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern. Anat. Anz., 7. Jahrg., 1892, S. 150.

3) Wl. Belajeff, Zur Kenntnis der Karyokinese bei den Pflanzen, Flora, 1894, Ergänzungsband, S. 2.

4) E. Strasburger, Karyokinetische Probleme, Jahrb. für wiss. Bot., Bd. 28, 1895, S. 166.

5) W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zellteilung, Leipzig 1882, S. 270.

6) So zähle ich in einer der Corneae einer etwa vierzehntägigen Salamanderlarve 4 lockere Spireme, 6 dichte Spireme, 8 Aster, 2 Dyaster, 3 Dispireme.

Stunde, und da nun auf den Präparaten die Knäuelphasen in Bezug auf relative Häufigkeit erheblich hinter den übrigen Phasen, namentlich hinter der Asterphase, zurückstehen[1]), so fallen auf das Spirem nur einige Minuten.

Aus dem bisherigen geht mit Deutlichkeit hervor, dass den verschiedenen Formen der Keim-Mutterzellen (Ei-, Samen-, Embryosack-, Pollenmutterzellen) die Neigung, frühzeitig in die Prophasen der Teilung einzutreten und in denselben lange zu verharren, gemeinsam zukommt und dass sie in diesem Punkte gegenüber zahlreichen anderen Gewebselementen eine Sonderstellung einnehmen.

Um zu einer Deutung dieses eigentümlichen, einer großen Zahl von Mutterzellen gemeinsamen Verhaltens zu gelangen, könnte man vielleicht, wie ich es schon früher gethan habe[2]), auf die knäueligen Chromatinstrukturen hinweisen, welche u. a. von Balbiani, Gilson, van Gehuchten bei verschiedenen Insekten in den Kernen secernierender Zellen aufgefunden worden sind und auch sonst bei Elementen von lebhafter vegetativer Thätigkeit nicht selten zu sein scheinen. Doch dürfte es vorläufig kaum zweckmäßig sein, über diesen einfachen Hinweis hinauszugehen[3]).

„Synapsis" (Fig. *C* u. *D*). Mit dem von Moore[4]) stammenden Ausdruck Synapsis bezeichnet man neuerdings vielfach ein Stadium

„Synapsis".

Fig. *C*. *Ascaris*, männl. (Brauer).

Fig. *D*. *Lilium*, männl. (Farmer u. Moore).

1) Vergl. die Keimbahn von *Cyclops*. Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. 49, 1897, S. 48.

2) Vorstad. Eireif., S. 229.

3) Vergl. E. B. Wilson, The Cell in Development and Inheritance, New-York, 1896, p. 26.

4) Der Ausdruck scheint anfangs etwas anders gemeint gewesen zu sein, nämlich offenbar im Sinn jener hypothetischen Chromosomenverschmelzung, durch welche während der Kernruhe die Halbierung der Chromosomenzahl zu Stande kommen soll (J. E. S. Moore, On the Structural Changes in the Reproductive Cells during the Spermatogenesis of Elasmobranchs. Quart. Journ. Micr. Sc., Vol. 38, 1895, p. 287), jedoch wurde derselbe bald in dem von den

der Mutterzellkerne, in welchem der in Regel schon längsgespaltene, aber wahrscheinlich noch unsegmentierte, Chromatinfaden auf einer Seite des Kernraums, gewöhnlich im Umkreis des Nucleolus, einseitig kontrahiert erscheint.

Wie schon von verschiedenen Seiten betont worden ist, scheint dieser Kontraktionszustand als vorübergehende Phase des Kerns eine außerordentlich weite Verbreitung bei den Keimmutterzellen zu haben. So wurde ein derartiges Verhalten schon von O. Hertwig und Brauer für die Samenmutterzellen von *Ascaris* beschrieben (Fig. *C*), von mir für die Eimutterzellen von *Canthocamptus*, von Farmer und Moore (Fig. *D*), sowie von Dixon für die Pollenmutterzellen und von Miss Sargant für die Embryosackmutterzellen der Liliaceen, von Calkins für die Sporenmutterzellen der Farnkräuter und endlich, wie vergleichsweise hinzugefügt werden soll, von Farmer für diejenigen der Lebermoose[1]).

Die verschiedenen Beobachter sind darüber nicht einig, ob es sich bei dieser Kontraktion der Chromatinfäden um ein natürliches, im Leben bestehendes Verhalten handle oder ob vielleicht während der betreffenden Phase die Kernsubstanz nur eine besonders geringe Widerstandskraft gegenüber der Einwirkung der Reagentien besitze und daher beim Eindringen derselben einseitig kontrahiert werde. Farmer und Moore[2]), sowie Dixon scheinen eher geneigt zu sein, einen Einfluss der Fixierungsmittel für unbewiesen zu halten, während neuerdings Mottier für die Annahme eintritt, dass man es aller Wahrscheinlichkeit nach mit einem Kunstprodukt zu thun habe.

Wie dem aber auch sei, so viel steht fest, dass man es auch hier wieder mit einer den Keimmutterzellen der verschiedenen Kategorien gemeinsamen Eigentümlichkeit zu thun habe, durch welche sich dieselben von anderen Zellen in typischer Weise unterscheiden[3]).

Die Unterphase des „segmentierten Knäuls", „Diakinese" (Fig. *E—H*, *I—K*). Im Vorstehenden ist von einem Zustand der Mutterzellkerne die Rede gewesen, welcher, so viel aus den Angaben der einzelnen Autoren hervorgeht, in der Regel den schon deutlich

---

späteren Autoren angenommenen Sinne interpretiert (J. E. S. Moore, On the Essential Similarity of the Prozess of Chromosome Reduction in Animals and Plants. Ann. of Bot., Vol. 35, 1895, p. 435 unten).

1) J. Bretland Farmer, On Spore-Formation and Nuclear Division in the *Hepaticae*. Ann. of Bot., Vol. 9, 1895, p. 481 ff.

2) Nach Farmer, Spore-Form. *Hep.*, p. 482, hat Moore die betreffende Struktur (in some favourable cases) am lebenden Objekt gesehen.

3) So sagt z. B. auch Sargant (Formation Sex. Nucl., p, 470): „I have never met with a similar contraction either in vegetative nuclei or in those produced by embryosac-divisions".

längsgespaltenen, aber noch nicht quergeteilten Chromatinfaden betrifft. Die „Synapsis" ist also noch der Unterphase des „unsegmentierten Knäuels" zuzurechnen, in deren Verlauf sie bei den verschiedenen Formen bald früher, bald später eingeschaltet sein kann.

Der Unterphase des „unsegmentierten Knäuels" reiht sich nun in den Kernen der Keim-Mutterzellen eine weitere, ebenfalls noch zu den Prophasen gehörende Unterphase an, welche dem „segmentierten Knäuel" anderer Kerne entspricht (Fig. *E*—*K*). Auch hier ist eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten zu erwähnen, welche auf der einen Seite die in den tierischen und pflanzlichen Keim-Mutterzellen auftretenden Bilder in unverkennbarer Weise einander nähern, auf der anderen Seite dieselben von den Zuständen wohl unterscheiden, welche bei den übrigen Zellsorten, z. B. bei den verschiedenen Epithelzellen von *Salamandra*, unter den Begriff des segmentierten Knäuels fallen.

Diese Unterschiede sind die verhältnismäßig lange Dauer des Stadiums, die lose Verteilung der Chromatinelemente und ihre Neigung zu wandständiger Anordnung, sowie endlich die vielfachen und charakteristischen Veränderungen, welche die Elemente im Verlaufe dieser Unterphase durchzumachen pflegen.

Es wurde schon im ersten Absatz die für die Keim-Mutterzellen charakteristische lange Dauer der Prophasen überhaupt besprochen und es soll hier nur an die zwei Fälle erinnert werden, in welchen die von den Beobachtern gemachten Zeitangaben speziell die Unterphase des „segmentierten Knäuels" betreffen, nämlich an das Keimbläschen der Selachier und an die Pollenmutterzellen von *Larix*. Bei andern Objekten, z. B. bei den von Rückert und vom Rath untersuchten Copepoden, bei *Canthocamptus* u. a. lässt sich die verhältnismäßig lange Dauer des Stadiums nur aus der relativen Häufigkeit der betreffenden Bilder erschließen, man wird aber wohl kaum zu weit gehen, wenn man auch diesen Punkt als eine Eigentümlichkeit hervorhebt, durch welche die verschiedenen Kategorien der Keim-Mutterzellen gegenüber der Mehrzahl der anderen Zellformen ausgezeichnet sind.

Im Uebrigen wäre hier vielleicht als bemerkenswert hinzuzufügen, dass der zeitliche Eintritt und damit auch die Dauer des „segmentierten" Knäuels innerhalb der nämlichen Species größeren Schwankungen unterworfen sein kann. So konnte ich für *Canthocamptus* zeigen, dass die Segmentierung des Fadens bereits eintreten kann zu einer Zeit, „wenn der Doppelfaden noch eine feinfädig-körnige Beschaffenheit aufweist und seine Konzentrierung in die Kernmitte noch nicht ihren Anfang genommen hat. Im andern extremen Fall setzt die Segmentierung erst ein, nachdem der Doppelfaden sich in der Mitte des Kernraums zu einer einfachen Schlinge verdichtet und zusammengezogen hat"[1]).

1) Vorstad. Eireif., S. 210.

Was den zweiten Punkt, die Anordnung der (durch Querteilung des längsgespaltenen Chromatinfadens entstandenen) Schwesterfaden-Paare anbelangt, so sind dieselben zunächst durch ihre lose Verteilung im Kernraum, durch das weite Auseinanderrücken der einzelnen Paare von den Chromosomen in gewöhnlichen „segmentierten Knäueln" unterschieden, ein gegensätzliches Verhalten, welches zum großen Teil darauf zurückzuführen ist, dass in den Mutterzellkernen bei gleichbleibendem, beziehungsweise sich vergrößerndem Kernvolumen eine Verkürzung und Verdichtung der Chromosomen zu stande kommt. Ihre Anordnung im Kernraum ist häufig eine ganz regellose, jedoch wäre hervorzuheben, dass bei zunehmender Verkürzung und Verdichtung der Elemente die Neigung zu einer wandständigen Lagerung hervortritt.

So sprechen vom Rath[1]) und Moore[2]) ausdrücklich von der peripheren, d. h. wandständigen Lage der Vierer-Ringe in den Samenmutterzellen von *Gryllotalpa* beziehungsweise in denen der Selachier, und dasselbe gilt, wie Rückert[3]) und ich beobachtet haben, für die Keimbläschen der Süßwasser-Copepoden. Andrerseits hat Belajeff[4]) die nämliche Beobachtung für die Pollenmutterzellen von *Larix* gemacht und im Anschluss hieran sei erwähnt, dass Farmer[5]) dasselbe für die reifgewordenen Ringfiguren in den Sporenmutterzellen der Lebermoose angiebt[6]).

Was endlich drittens die Veränderungen der Chromatin-Elemente während der fraglichen Periode betrifft, so ist die Betrachtung derselben nicht leicht von der Frage zu trennen, welchen Charakter die folgende erste Teilung überhaupt besitzt. Es wird daher später nochmals darauf zurückgekommen werden und es sollen hier nur einige rein äußerliche Momente kurz erwähnt werden, welche einerseits wiederum auf einige Beziehungen zwischen den pflanzlichen und tierischen Keim-Mutterzellen untereinander, andrerseits auf einen gewissen Gegensatz derselben zur Mehrzahl der übrigen Zellsorten hinweisen.

Eine erste Besonderheit betrifft die jüngeren Entwicklungsstadien der Chromosomen und besteht in der Neigung zum weiten Aus-

1) O. vom Rath, Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Gryllotalpa vulgaris* Latr. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 40. 1892, S 111.

2) Struct. Changes Repr. Cells Elasm., p. 288.

3) J. Rückert, Zur Eireifung bei Copepoden. Anat. Hefte, Bd. 4, 1894, S. 317 u. 320.

4) Zur Kenntn. d. Karyok. d. Pfl., S. 2.

5) Spore-Form. Hep., p. 501.

6) Bei den meisten der genannten Objekte wird der Anschein erweckt, als ob die reif werdenden Elemente vollständig die Verbindung miteinander aufgeben. Es ist daher von Interesse, dass vom Rath und Moore eine Verbindung der wandständigen Chromosomengruppen durch Lininfadenzüge beschrieben haben.

einanderrücken der Schwesterfäden, eine Erscheinung, deren Eigentümlichkeit umsomehr hervortritt, wenn man bedenkt, dass bei den meisten anderen Objekten die Entfernung der Schwesterfäden voneinander erst während der Metakinese erfolgt. Diesem Auseinanderweichen der Spalthälften scheinen nun aber irgend welche zusammenhaltende Kräfte entgegenzuwirken, und so sehen wir denn überaus häufig, dass sich die weit ausbiegenden Schwesterfäden beiderseits mit ihren Enden zusammenlegen und so die bekannten Ringfiguren bilden, oder aber, dass sie sich — was für die betreffende Periode kaum weniger charakteristisch ist — gleichzeitig an mehreren Punkten nähern oder berühren und so zur Bildung von eigentümlichen Achter- und Ueberkreuzungsfiguren führen.

Diakinese: frühe Stadien.

Fig. *E.* *Pristiurus*, weibl. (Rückert).

Fig. *F.* *Heterocope*, weibl. (Rückert).

Fig. *G.* *Lilium longifl.*, männl. (Dixon).

Fig. *H.* *Lilium Mart.*, weibl. (Sargant).

Beide Momente, sowohl das weite Auseinanderrücken der Spalthälften, als auch ihr teilweiser Zusammenschluss zu Ring- und Achterfiguren, kommen nebeneinander in besonders schöner Weise zur Darstellung im Keimbläschen der Selachier, Fig. *E* [Rückert[1])]. Nicht weniger charakteristische Vorkommnisse finden sich nach vom Rath's[2])

1) Zur Entw. d. Ovarialeies d. Sel., S. 121, Fig. 2.

2) O. vom Rath, Neue Beiträge zur Frage der Chromatinreduktion in r Samen und Eireife. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 46, 1895, z. B. Tab. 7, Fig. 28.

Rückert's[1]) und meinen eigenen Befunden im Keimbläschen der Copepoden vor (Fig. *F*), wo allerdings gewöhnlich die verschiedenen Figuren nicht nebeneinander auf demselben Bild, sondern in verschiedenen Entwicklungsphasen und bei verschiedenen Arten zu suchen sind.

Ganz entsprechende Bilder zeigen nun auch die entsprechenden Phasen der Pollen- und Embryosackmutterzellen der Phanerogamen. Auch hier kann die Bildung der Ringfiguren und mehrfachen Ueberkreuzungen bereits in den früheren Entwicklungsstadien der Chromosomen zu Tage treten, so lange die Spalthälften noch die Form dünner, feinkörniger Fäden besitzen. So sind z. B. derartige Figuren von Dixon[2]), Sargant[3]) und Mottier[4]) abgebildet werden (Fig. *G* u. *H*).

Die bei den Copepoden gefundenen Ueberkreuzungen, die „vielfachen Verschlingungen und Krümmungen der Doppelfadensegmente", habe ich schon in meinen ersten Arbeiten zu dem „heterotypischen" Kernteilungsmodus in Beziehung gebracht[5]). Seither sind durch die Untersuchungen an anderen Objekten, namentlich an den Phanerogamen, noch zahlreiche Anknüpfungspunkte für einen Vergleich der ersten Teilung der Reifungsphase mit dem heterotypischen Modus geschaffen worden, und es hat sich also meine damals ausgesprochene Vermutung, dass auch die erste Reifungsteilung ursprünglich in Form einer heterotypischen Teilung angesetzt werde, für ein weiteres Gebiet als richtig erwiesen.

Diakinese: späte Stadien.

Fig. *I.* *Heterocope*, weibl. (Rückert).

Fig. *K.* *Pteris*, Spor. (Calkins).

Es wären nunmehr noch die älteren Entwicklungsphasen der Chromosomen zu betrachten, welche, wie für eine Reihe von tierischen Objekten gezeigt werden konnte, in mannigfacher Weise, sei es in der

1) Eireif. Copep., Tab. 21—25.

2) Chromos. *Lil. Longifl*, Fig. 3—4.

3) Form. Sex. Nucl. *Lil. Mart.*, Fig. 18.

4) Kernteilung d. Pollenmutterz., Fig. 53.

5) V. Häcker, Die heterotypische Kernteilung im Cyklus der generativen Zellen, Ber. Naturf. Ges. Freib., Bd. 6, 1892, S. 174; das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen, I, Arch. f. mikr. Anat., Bd. 41, 1893, S. 483.

Bildung von quergekerbten Doppelstäbchen, sei es in der Herstellung von dichten Ringen, bezw. von „Vierergruppen", ihrer Abschluss finden können, in der großen Mehrzahl der Fälle jedoch durch die außerordentliche Zusammenziehung und Massenverdichtung der Chromatinkörper ausgezeichnet sind. Ich verweise hier bezüglich der zoologischen Litteratur hauptsächlich auf die Arbeiten von vom Rath und Rückert (Fig. *I*), und will nur die entsprechenden botanischen Befunde erwähnen. In den Pollenmutterzellen von *Larix* stellen die reifenden Chromosomen meistens „ringartige Gebilde mit Vorsprüngen, zuweilen auch *X*-förmige Figuren dar" [Belajeff[1])]. In den entsprechenden Stadien von *Lilium* erscheinen die Chromatin-Elemente vor der Einstellung in die Kernplatte als „roughly quadrate, triangular or ring-shaped" [Dixon[2])], während in den Embryosackmutterzellen desselben Objekts die Achterfiguren der früheren Entwicklungsphasen unter allmählicher Verkürzung und Streckung der Spalthälften die Form von Doppelstäbchen annehmen [Sargant[3])]. Vierergruppenähnliche Bildungen zeigen auch die Sporenmutterzellen von *Equisetum* [Osterhout[4])], während sich in denjenigen der Lebermoose wenigstens Anklänge an diese Formen vorzufinden scheinen [Farmer[5])]. Die meisten und auffallendsten Anknüpfungspunkte für einen Vergleich mit tierischen Objekten, speziell mit den Copoden, liefern aber die in konservierungstechnischer Hinsicht offenbar sehr günstigen Sporenmutterzellen der Farne, in deren Kerne alle nur denkbaren Uebergangsformen zwischen Ringen, Doppelstäbchen und Vierergruppen zu finden sind [Calkins[6])], Fig. *K*.

Während für die lockeren Ring- und Achterfiguren der früheren Entwicklungsperiode die Prophasen des „heterotypischen Kernteilungsmodus" gewisse Vergleichspunkte liefern, stellen die verdichteten und verkleinerten Chromatin-Körper, welche in den älteren Kernen der verschiedenen Kategorien von Keim-Mutterzellen auftreten, Gebilde dar, für welche die bisherigen Untersuchungen an anderen Zellformen keine direkten Analogien beizubringen vermocht haben. Vielmehr können wir diese auffälligen, mit einer erheblichen Größenverminderung und Verdichtung verbundenen Gestaltungen der Chromatin-Elemente als ein weiteres Merkmal betrachten, durch welches die

1) Zur Kenntn. d. Karyok. b. d. Pfl., S. 4.

2) Chromos. *Lil. Longifl.*, S. 711, Tab. 23, Fig. 5.

3) Form. Sex. Nucl. *Lil. Mart.*, p. 461, Tab. 23, Fig. 20.

4) W. J. V. Osterhout, Ueber Entstehung der karyokinetischen Spindel bei *Equisetum*. Jahrb. f wiss. Bot., Bd. 30, 1897 (Cytol. Stud. aus d. Bonner Bot. Inst.), S. 6, Tab. 1, Fig. 1.

5) Spore-Form. *Hepat.*, p. 476.

6) Chrom.-Red. *Pteridoph.*, p. 106, Tab. 295, Fig. 4—10, Tab. 296, Fig. 11, Fig. 19—20.

Prophasen der Keim-Mutterzellen gegenüber den entsprechenden Stadien anderer Kerne ausgezeichnet sind.

Werfen wir noch einmal einen Blick auf die Unterphase des „segmentierten Knäuels" zurück, so treten uns, schon wenn wir uns an die rein äußerliche Aehnlichkeit der morphologischen Bilder halten, eine ganze Reihe von Uebereinstimmungen zwischen den verschiedenen Kategorien der Keim-Mutterzellen entgegen. Die lange Dauer des Stadiums, die eigentümliche Anordnung und die Veränderungen der Chromatin-Elemente geben demselben ein so charakteristisches Gepräge, dass es vielleicht zweckmäßig ist, den Gegensatz, welcher hier zwischen den Keim-Mutterzellen und der überwiegenden Mehrzahl der übrigen Zellsorten auftritt, durch Einführung einer besonderen Bezeichnung hervorzuheben. Das Bedürfnis nach einer solchen ist auch anderweitig [1]) hervorgetreten, und da das am meisten konstante, fast ausnahmslos bei allen Objekten hervortretende Moment die lose Verteilung und Auseinanderlagerung der Chromatin-Segmente ist, so würde vielleicht eine auf diese Eigentümlichkeit bezügliche Benennung vorzuziehen sein. Ich möchte daher für diese zweite Unterphase der Prophase, welche, wie gesagt, zeitlich dem „segmentierten Knäuel" anderer Kerne entspricht, den Ausdruck **„Diakinese"** vorschlagen.

2. Verhalten der Nucleolarsubstanz.

Die äußere Aehnlichkeit der Kerne der jüngeren Pollen- und Embryosackmutterzellen mit denjenigen der tierischen Samen- und Eizellen, speziell mit den Keimbläschen des „Echinodermentypus" [2]), pflegt nicht nur in dem Verhalten der chromatischen Substanz, sondern auch in der Beschaffenheit der nucleolären Körper begründet zu sein. Das Auftreten eines einzigen, vacuolenhaltigen, dunkel tingierbaren „Hauptnucleolus" in den jüngeren Stadien, das Hinzutreten von blässeren adventiven oder „Neben-Nucleolen" in einer früheren oder späteren Phase, der ganze Habitus und die Anordnung dieser Gebilde, alles dies sind wiederum Merkmale, deren weite Verbreitung in den verschiedenen Kategorien von Mutterzellen dem Beobachter, der den Veränderungen der nucleolären Substanz sein Augenmerk schenkt, nicht ganz unwesentlich erscheinen kann.

Bezüglich der Aehnlichkeit der jüngeren, mit einem Hauptnucleolus versehenen Kerne verweise ich auf die Eingangs gegebenen Figuren, während ich hinsichtlich des Auftretens adventiver Kernkörper an die Beobachtungen am Copepoden-Keimbläschen [3]), an Moore's Angaben

1) Vergl. J. Rückert, Eireif. Copep., S. 294.

2) Vergl. Keimbläschen, I. Teil, S. 473; Vorstad. d. Eireif., S. 249; Wilson, Cell in Dev. and Inh., p. 92.

3) Vergl. Vorstad. d. Eireif., S. 250. Den einfachen Verhältnissen bei *Canthocamptus* stehen übrigens kompliziertere Vorkommnisse bei anderen Copepoden gegenüber. Vergl. auch Rückert, Eireif. b. Copep., S. 295.

über die Samenzellen der Elasmobranchier [1]) und andrerseits an die Vorkommnisse in den Pollenmutterzellen von *Larix* erinnere, wo nach Strasburger neben dem großen stark sich tingierenden Nucleolus meist ein oder mehrere kleinere, schwächer sich färbende Nucleolen auftreten [2]).

Wichtiger als die genannten Punkte, von denen übrigens der letzterwähnte noch einer eingehenden vergleichenden Untersuchung bedarf, ist die gerade bei den Keim-Mutterzellen verschiedener Formen beobachtete Thatsache, dass das Verhalten der Nucleolarsubstanz, namentlich gegen Schluss des Mutterzellen-Stadiums hin, ein individuell und spezifisch variierendes sein kann, d. h. die verschiedenen Individuen der nämlichen Species, bezw. die einzelnen Arten einer größeren Formengruppe zeigen in dieser Hinsicht auffallende Unregelmäßigkeiten.

Was die individuellen Abweichungen anbelangt, so geht das Vorhandensein derselben schon aus einer Betrachtung der von den verschiedenen Forschern gegebenen Bilder deutlich hervor. Einzelne Autoren haben aber auch ausdrücklich auf dieses Verhältnis hingewiesen, so z. B. Rückert für das Keimbläschen der Selachier [3]), Korschelt für dasjenige von *Ophryotrocha* [4]) und andrerseits Mottier bezüglich der Pollenmutterzellen der Phanerogamen [5]).

Es soll damit nicht gesagt sein, dass bei andern Kernsorten derartige individuelle Unterschiede nicht vorkommen [6]), allein dieselben treten in den Kernen der Keim-Mutterzellen in Folge der langen Dauer der Prophasen besonders deutlich hervor: es lässt sich hier besser als bei anderen Objekten kontrolieren, dass bestimmte, an den Kernkörpern sich abspielende Veränderungen in der That nicht immer mit bestimmten Zuständen der übrigen Kernteile zusammenfallen.

Was ferner die spezifischen Differenzen anbelangt, so soll hier nur auf einige besonders in die Augen springende Beispiele hingewiesen werden. Während bei einigen Polychäten, z. B. bei *Nereis* [7]) und *Ophryotrocha* [8]) die Auflösung des Keimbläschen-Nucleolus annähernd im nämlichen Zeitpunkt erfolgt, wie z. B. bei den meisten Arthropoden-Eiern, d. h. noch vor der Ausbildung der ersten Richtungsspindel, bleibt derselbe bei dem parasitischen polychäten Wurm *Myzostoma*,

1) Struct. Changes Repr. Cells Elasm., p. 285, 286.

2) Karyok. Probl., S. 166.

3) Entw. Ovarialei Selach., S. 139.

4) E. Korschelt, Ueber Kernteilung, Eireifung und Befruchtung bei *Ophryotrocha puerilis*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 60, 1895, S. 579.

5) Beitr. z. K. d. Kernt. d. Pollenmutterz., S. 41 ff.

6) Vergl. Korschelt l. c.

7) Vergl. Wilson, Cell., p. 141.

8) Vergl. Korschelt, Kernt. *Ophryotr.*, S. 579.

wie Wheeler[1]) zuerst beobachtet hat und wie ich nach eigenen Untersuchungen bestätigen kann, innerhalb des Eiplasmas, mindestens während der Befruchtungsvorgänge[2]), unter allmählicher Verkleinerung erhalten. Andrerseits bemerkt Mottier[3]), dass z. B. bei *Lilium Martagon* die als Abkömmlinge der Kernkörper zu deutenden extranucleären Körnchen nach der Auflösung des Pollenmutterzell-Kerns noch zahlreich im Cytoplasma anzutreffen sind, während sie bei *Lilium candidum* vollkommen fehlen oder doch nur wenig zahlreich und klein sind.

Diese individuellen und spezifischen Verschiedenheiten möchte ich, wie gesagt, vorläufig nicht unter die besonderen Eigentümlichkeiten der Keim-Mutterzellen rechnen, jedoch glaube ich, dass es von dem in diesem Aufsatz eingenommenen Standpunkt aus immerhin beachtenswert ist, dass derartige Verschiedenheiten sowohl bei der tierischen als bei den pflanzlichen Mutterzellen in besonders ausgeprägter Weise vorkommen.

Fig. *I.* *Myzostoma*, weibl. [4]).

(Eig. Präp.)

Das theoretische Interesse an diesem Verhalten liegt übrigens noch auf einem andern Gebiet. Die erwähnten individuellen und spezifischen Verschiedenheiten bereiten offenbar allen denjenigen Theorien kaum zu überwindende Schwierigkeiten, welche den Kernkörpern speziell der Keim-Mutterzellen irgend eine unmittelbare Rolle beim Aufbau und Wachstum einer der übrigen Zellstrukturen, etwa der Chromosomen [R. Hertwig[5])] oder der Kernspindel [Strasburger[6])] zuweisen.

1) W. M. Wheeler, The Behaviour of the Centrosomes in the Fertilized Egg of *Myzostoma glabrum* Leuckart. J. of Morph., Vol. 10, 1895.

2) Nach Wheeler bis zum 8-Zellen-Stadium.

3) l. c. S. 41 ff.

4) Die Dottermassen sind äquatorial gelagert. Am oberen Pol die Richtungskörper, darunter der sich rekonstituierende Eikern, noch weiter in der Tiefe, etwa in der Mitte des Eies, der „Metanucleolus" und zuletzt der vom untern pigmentierten Pol aus einwandernde Spermakern.

5) R. Hertwig, Ueber die Entwicklung des unbefruchteten Seeigeleies. Festschrift für Gegenbaur, 1896, S. 30.

6) Karyok. Probl., S. 167: „Alles drängt zu der Annahme, dass der Nucleolus die Substanz zur Bildung dieser Spindelfasern abgab (bei der ersten

Es war mir von großem Wert, in diesem Frühjahr in Neapel gerade das oben erwähnte Wheeler'sche Objekt, *Myzostoma*, kennen zu lernen und die fraglichen Stadien in großer Menge für die Schnitt-Untersuchung konservieren zu können[1]). Ich konnte mich davon überzeugen, dass hier beinahe die gesamte Nucleolarsubstanz in ähnlicher Weise, wie ich es früher bei der Meduse *Aequorea Forskalea* beobachtet hatte, während der Ausbildung der ersten Richtungsspindel in der Mitte des Eiplasmas liegen bleibt (Fig. *L*). Während nämlich in den Keimbläschen von *Myzostoma* der Hauptnucleolus bis zu einem Durchmesser von 6—7 μ heranwächst und dann in den Endphasen des Keimbläschenstadiums — also in einer Zeit, in welcher bei anderen Objekten die vollständige Auflösung der Kernkörpersubstanz vor sich zu gehen pflegt —, langsam bis etwa 5 μ Durchmesser abnimmt, ist derselbe noch während der Ausbildung der ersten Richtungsspindel und der Bildung des ersten Richtungskörpers in einer Größe von etwa 4 μ zu beobachten, um erst im Verlauf der folgenden Stadien allmählich zu verschwinden.

Wenn sich daher Strasburger[2]) gegen die R. Hertwig'sche Auffassung wendet mit dem Hinweis darauf, dass die Chromosomen oft schon völlig differenziert und zur Teilung fertig gestellt sind, während die Kernkörperchen meist noch intakt sind, so möchte ich noch einen Schritt weiter gehen und dieselbe Argumentation mutatis mutandis gegen die Strasburger'sche Anschauung zu Felde führen.

Auch die neuesten Mitteilungen von Carnoy und Lebrun[3]) über das Amphibien-Keimbläschen, ein Objekt, welches ich übrigens selbst aus eigener Anschauung ziemlich genau zu kennen glaube, können mich in der Anschauung nicht schwankend machen, dass sich alle

---

Teilung der Pollenmutterzellen von *Larix*). Nicht, dass dessen Substanz sich zu den Spindelfasern gestreckt hätte, sie dient den Spindelfasern vielmehr als Wachstumsmaterial". Derselbe, Ueber Cytopl., Kern- u. Zellt., S. 225: „In den Pollenmutterzellen von *Larix* fällt die Abnahme der Violettfärbung des Kinoplasmas mit dem Augenblick zusammen, wo die Nucleolarsubstanz sich wieder in den Kernen sammelt. Das hat in mir die Vorstellung erweckt, dass die Nucleolarsubstanz in Beziehung zu der Aktivierung des Kinoplasmas stehe". — „Die Nucleolarsubstanz repräsentiert einen Reservestoff, aus dem das Kinoplasma nach Bedarf schöpft und durch dessen Aufnahme seine Thätigkeit erhöht wird".

1) Nach der künstlichen Befruchtung der außerordentlich kleinen Eier von *Myzostoma glabrum* wurden dieselben mit der Pipette in napfförmige Vertiefungen von *Ulva*-Blättern gebracht. Nach Zusatz einiger Tropfen vom Rath'scher Flüssigkeit bleiben die Eier an der *Ulva* kleben und können mit samt dieser Unterlage den weiteren Prozeduren unterzogen werden.

2) Ueber Cytopl., Kern- u. Zellt., S. 225.

3) J. B. Carnoy und H. Lebrun, La vésicule germinative et les globules polaires chez les Batraciens. La Cellule, T. 12, 1897. Ich behalte mir vor, auf eine Kritik der von den Autoren vertretenen Anschauung einzugehen, bis der in Aussicht gestellte zweite Teil erschienen ist.

unsere Erfahrungen speziell über die Keimbläschen-Strukturen recht wohl vom Standpunkt einer Kernsekret-Theorie aus erklären lassen.

Darnach würde also, wie ich hier kurz zusammenfassen möchte, die Nucleolarsubstanz während einer oder mehrerer Aktivitätsperioden des Kerns als Nebenprodukt des Stoffwechsels, möglicherweise auch als strukturlos gewordene und chemisch veränderte Kerngerüst-Substanz ihre Entstehung nehmen und, spätestens bei Eintritt des Kerns in die Teilung, in gelöster oder ungelöster Form aus demselben entfernt werden[1]). Ob diese Substanzen im Zellplasma irgend eine Funktion haben und daher als Sekrete zu bezeichnen sind, darüber möchte ich keine Ansicht äußern, dagegen dürfte es in hohem Maße unwahrscheinlich sein, dass dieselbe bei der Neubildung der Tochterkerne von letzteren wieder aufgenommen werden und sich abermals zu Kernkörpern verdichten. Dagegen scheint mir allein schon zu sprechen, dass der „Metanucleolus" die Bildung der Kopulationskerne überdauern kann, und nicht weniger die botanischerseits[2]) für die Pollenbildung konstatierte Thatsache, dass die extranucleären Körnchen oft noch im Cytoplasma zu sehen sind, nachdem der Tochterkern bereits mit einer Wandung versehen wurde und in ihm Kernkörperchen zum Vorschein gekommen sind[3]).

(Zweites Stück folgt.)

Die Funktion der weißen Blutkörperchen.

Von Hans Friedenthal.

Unter allen Zellen des Organismus der Säugetiere nehmen die weißen Blutkörperchen eine ganz besondere Stellung ein. Durch die Vielseitigkeit ihrer Funktionen bieten sie sich dem Anatomen, dem Physiologen, dem Pathologen und Zoologen als geeignetes Forschungsobjekt dar. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass die ungemein reichhaltige Litteratur noch immer in schnellem Wachsen begriffen ist, besonders seitdem die grundlegenden Arbeiten von Metschnikoff und Buchner die wichtige Rolle aufgedeckt haben, welche die Leukocyten bei der Abwehr schädlicher Organismen im Körper spielen. Trotzdem ist aber unsere Kenntnis von den Funktionen der Leukocyten noch fast in allen Punkten lückenhaft, noch immer ist keine Einigkeit

1) Eine ganz ähnliche Auffassung vertritt neuerdings auch Wilson (Cell. in Dev. and Inh., p. 93 ff.): „it would seem that the nucleoli may represent a portion of the unused chromatin, more closely aggregated and more or less modified in a chemical sense".

2) Vergl. Mottier l. c. S. 42.

3) Auch der Urheber der Rückwanderungshypothese, A. Zimmermann, hält es neuerdings (die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns, Jena 1896, S. 67) nicht mehr für wahrscheinlich, dass eine solche Rückwanderung als eine allgemein eintretende Erscheinung angesehen werden kann.

erzielt über ihren Ursprung, über das Verhältnis der verschiedenen Leukocytenformen zu einander, über ihre Lebensdauer, ihr endliches Schicksal im Tierkörper, über ihre Beziehungen zu den roten Blutscheiben, und die Abscheidung der im Blute kreisenden Fermente wird ihnen nur vermutungsweise zugesprochen. In allen diesen Fragen ist nach dem heutigen Stand der Wissenschaft noch keine Entscheidung zu treffen. Die Aufgabe des vorliegenden Referates soll sein, die wichtigsten Thatsachen über das Verhalten der Leukocyten zu sammeln und auf die zahlreichen noch unerledigten Probleme hinzuweisen.

Leichter als alle übrigen Zellen des Organismus lassen sich die Leukocyten isolieren und der wissenschaftlichen Untersuchung zugänglich machen, sei es, dass man ihre chemische Zusammensetzung oder ihr biologisches Verhalten in überlebendem Zustande untersuchen will.

Verworn hat in seiner „allgemeinen Physiologie" [1] auf die Wichtigkeit der Beobachtung der primitivsten Lebewesen hingewiesen; in den Leukocyten besitzen wir nun ein Material, welches uns stets in beliebiger Menge zur Verfügung steht, wenn wir die undifferenziertesten Formen der Bewegung, Nahrungsaufnahme, Verdauung und Fortpflanzung untersuchen wollen.

Zuerst hat Recklinghausen [2] eine Methode ersonnen, um die Leukocyten des Frosches, deren Umwandlung in Erytrocyten er beobachten wollte, zu isolieren. Er fing Froschblut in besonders konstruierten feuchten Kammern auf, und konnte es dann 11—21 Tage in überlebendem Zustande erhalten. Bei genügendem Zutritt von Sauerstoff beobachtete er eine Lösung oder Verflüssigung des anfänglich geronnenen Blutes innerhalb 24 Stunden, wobei die schwereren Blutzellen im Blutplasma sich zu Boden senkten. Auf dem Bodensatze von Erytrocyten entstanden nun allmählich schon mit bloßem Auge sichtbare weiße Inseln, welche nur aus Leukocyten bestanden, wie die mikroskopische Untersuchung ergab.

Arthus [3] unterband die von der Vena jugularis des Pferdes sich abzweigenden kleineren Venen. Schnürte er dann ein größeres Stück der langen Vene ab, so trat ohne Gerinnung eine Scheidung der geformten Blutbestandteile durch Sedimentierung ein. Da man die Säule der gesenkten Erytrocyten durch die Venenwand hindurchschimmern sieht, so gelingt es durch Unterbindung der Vene an der Grenze zwischen roten und weißen Blutkörperchen letztere in isoliertem Zustand zu erhalten. Freilich gerinnt das leukocytenhaltige Plasma, wenn man es aus der Vene herauslässt ohne Zusatz gerinnungshemmender Substanzen.

Janowski [4] spritzte Terpentin oder Quecksilberlösungen in das Unterhautzellgewebe von Kaninchen und untersuchte den alsbald sich sammelnden aseptischen Eiter.

Wooldridge [5] centrifugierte Blut, das er zur Verhinderung der Gerinnung mit dem gleichen Volum einer gesättigten Magnesiumsulphatlösung versetzt hatte. Alsdann schwimmen die leichteren Leukocyten zu einem Kuchen verklebt auf der Mischung. Für die biologische Untersuchung kann man die alsdann sehr geschädigten Leukocyten nicht mehr verwenden, wohl aber für die Ermittelung der chemischen Zusammensetzung des Zellkörpers.

Arnold [6] brachte Hollundermarkstäbchen in die Peritonealhöhle von Säugetieren, worauf bald Schaaren von Leukocyten durch das gereizte Peritoneum in die Stäbchen einwanderten.

Die ausgiebigste Methode, sich lebende isolierte Leukocyten zu verschaffen, rührt von Buchner und Hahn [7] her. Spritzt man Kaninchen oder Hunden eine sterilisierte Mischung von Aleuronat und Stärkekleister zwischen die Pleurablätter, so hat sich schon nach 24 Stunden ein reichliches Exsudat in der Pleurahöhle gebildet, das fast nur aus Leukocyten besteht, bei nur geringer Flüssigkeitsbeimengung. Der Pyothorax entsteht fast immer doppelseitig auch bei einseitiger Injektion. Wie groß die Menge der sich sammelnden Leukocyten ist, kann man daraus ersehen, dass es gelingt, einem Kaninchen bis zu 30 ccm Exsudat also etwa $^1/_8$ der Blutmenge zu entziehen. Braucht man größere Mengen von Leukocyten, so kann man von einem Schaf etwa $^1/_4$ Liter Exsudat erhalten. Nach einer schätzungsweisen Zählung enthält eine solche Menge Exsudat über hundert Milliarden Leukocyten. Ob durch die zugeführte Nahrung eine enorme Vermehrung der Leukocyten stattgefunden hat, oder ob eine solche Leukocytenmenge aus andern Körperregionen und aus dem Blut herbeigelockt worden ist, ist unentschieden: Mitosen habe ich an den so erhaltenen Leukocyten nicht nachweisen können.

Das unter aseptischen Kautelen aus der Pleurahöhle entnommene Exsudat gerinnt nach einiger Zeit spontan, selbst wenn es im Eisschrank aufbewahrt wird. Man ist deshalb zur ferneren Beobachtung der Leukocyten genötigt durch Quetschen mit einem sterilen Glasstabe die Gerinnsel zu zerteilen und die eingeschlossenen Zellen aus dem umspinnenden Fibrinfadennetze zu befreien. Hierbei kann man beobachten, dass die durch Auspressen erhaltene leukocytenhaltige Flüssigkeit zum zweiten Male spontan gerinnt, unter Umständen nach erneuter Auspressung selbst zum dritten Male.

Noch ist nicht entschieden, ob das so erhaltene Fibrin mit dem bei der Blutgerinnung entstehenden vollständig identisch ist oder nicht. Wooldridge [5] fand das aus Lymphdrüsenzellen erzeugte Fibrin nicht quellbar in 0,2proz. Salzsäure, wie das bei der Blutgerinnung entstehende.

Die Leukocyten, welche auf die oben beschriebene Weise isoliert worden sind, lassen sich alsdann zu biologischen oder chemischen

Untersuchungen verwenden, zu ersteren vermöge einer Lebenszähigkeit, wie sie nur diesen Zellen im gesamten Warmblüterorganismus zukommt.

Nach vorsichtigem einmaligen Gefrieren und langsamen Wiederauftauen beweist noch eine Zahl von Leukocyten ihre Lebendigkeit durch amöboide Bewegung und Aufnahme hinzugefügter Bakterien auf dem geheizten Objekttisch, und selbst dreitägiges Aufbewahren im Eisschrank vernichtet nicht immer völlig ihre Beweglichkeit. Noch viel größer ist die Lebenszähigkeit der Leukocyten der Poikilothermen, da ja Recklinghausen [2] die weißen Blutkörperchen des Frosches 3—4 Wochen außerhalb des Tierkörpers am Leben zu halten verstand.

Ueber das biologische Verhalten der Leukocyten lässt sich ganz im Allgemeinen sagen, dass es völlig dem der freilebenden einzelligen Wesen, besonders dem der Amöben gleicht. Die gleichen giftigen Alkaloide, besonders das Chinin, wirken besonders stark auf Protisten wie auf Leukocyten. So fand Dogiel [8], dass letztere empfindlicher sind gegen den Zusatz von Alkaloiden als selbst die so labilen Erytrocyten.

Völlig den Protisten ähnlich verhalten sich die Leukocyten bei der Aufnahme geformter Bestandteile, und diese ihre Funktion geformtes Material in sich aufzunehmen und wegzuschleppen ist für den Organismus der Metazoen in fast allen Tierklassen von hervorragender Wichtigkeit. Den in die Lunge eingeatmeten Kohle- und Steinstaub schleppen die Leukocyten in die pulmonalen Lymphdrüsen und halten so die atmende Fläche stets funktionsfähig. Die zahlreichen Reste der weißen wie der roten Blutkörperchen werden in Milz, Knochenmark und Lymphdrüsen abgefangen und aufgefressen, um alsdann zum Aufbau neuer Blutbestandteile verwendet zu werden.

Der Uebergang der verbrauchten Blutbestandteile in Schollen ist in neuester Zeit von Latschenberger [9] beobachtet und beschrieben worden. Nach diesem Forscher werden die zu Schollen veränderten Erytrocyten und Leukocyten in Milz und Knochenmark von Riesenzellen aufgenommen. Der gleiche Befund bei Lymphdrüsen von *Macacus Rhesus* wurde von Schumacher [10] mitgeteilt.

Nach den erhaltenen Bildern kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass ganze Erytrocyten von den Riesenzellen nicht nur aufgenommen, sondern auch von einer ausgeschiedenen Flüssigkeit umgeben und endlich verdaut werden. Diese Bilder hatten früher Anlass gegeben zu der Theorie der intracellulären Entstehung der roten Blutscheiben, die schon 1892 von Spuler [11] widerlegt wurde.

In noch ausgedehnterem Maße wird die phagocytäre Thätigkeit der Leukocyten in Anspruch genommen bei der Metamorphose der Wirbellosen und in geringerem Grade auch noch bei den Amphibien. Hier wandern die weißen Blutkörperchen in die dem Schwund verfallenden Organe ein, nehmen die Zerfallsprodukte der Gewebe in sich

auf und transportieren sie in den Körper des Tieres zurück. Ob man die Thätigkeit der Osteoklasten, welche unaufhörlich das Gefüge des Knochens verändern und abbauen, hierher rechnen darf, ist noch zweifelhaft.

Direkt beobachtete Korolew [12], dass nach Ischiadicusdurchtrennung die Leukocyten die Myelinschollen der degenerierten Nervenfasern auffressen und wegtransportieren. Sind die zu entfernenden Massen zu groß, als dass sie von der Phagocytose bewältigt werden könnten, so verflüssigen die Leukocyten das umliegende Gewebe meist bis zur nächsten Körperoberfläche und verschaffen so dem Fremdkörper einen Ausweg. So große Aufgaben stellen dar die Entfernung eines großen Knochensplitters, eines ganzen gangränos gewordenen Fußes, oder gar eines abgestorbenen Fötus bei Abdominalschwangerschaft. In allen diesen Fällen weiß sich der Organismus dank der Thätigkeit der Leukocyten zu helfen.

Die Verflüssigung und Auflösung der Gewebe bei massenhafter Einwanderung von Leukocyten ist ein noch nicht vollständig aufgeklärter Vorgang. Wohl liegt es nahe, anzunehmen, dass bei dem oft wiederholten Durchwandern von Leukocyten die Verbindungen der fixen Gewebszellen so gelockert und gezerrt werden, dass ein großer Teil dieser Zellen, — noch dazu abgeschnitten von der normalen Ernährung durch stets sich erneuernde Lymphe — nekrotisch wird, wobei dann ihre Reste von den Leukocyten gefressen und weggeschafft werden können. Andererseits haben wir Beispiele, dass Gewebe auch bei stärkster Durchwanderung von Leukocyten nicht zu vereitern brauchen, wie die Lungenpneumonien beweisen.

Vielleicht sondern die Leukocyten Stoffe ab, welche im Stande sind, Gewebe aufzulösen und zu verflüssigen. So fand Recklinghausen [2] eine spontane Lösung des Blutkuchens, wenn er steril aufgefangenes Froschblut nach der Gerinnung in feuchten Kammern aufbewahrte.

Ein neues Licht auf die Wichtigkeit der Phagocytose warfen die Untersuchungen von Metschnikoff bei Infektionskrankheiten. Hier gelang es ihm in vielen Fällen nachzuweisen, dass die Infektionserreger von den Leukocyten aufgenommen werden, so dass nach seiner Theorie die Phagocytose das einzige Hilfsmittel des Organismus darstellt, um eingetragene Infektionserreger zu bekämpfen. Allein Untersuchungen von Buchner und seinen Schülern haben gezeigt, dass der Kampf zwischen Organismus und Infektionserregern sich nicht auf das einfache Auffressen der eingedrungenen Spaltpilze beschränkt, sondern dass von den Leukocyten Stoffe abgesondert werden, welche Bakterien zu vernichten im Stande sind. Die Absonderung von Stoffen, welche eine wichtige Rolle im Organismus zu spielen berufen sind, ist eine der wichtigsten Funktionen der so vielseitigen Leukocyten.

Flügge und Nutall hatten zuerst gezeigt, dass Blut die Fähigkeit besitze, hineingebrachte Bakterien zu vernichten; Buchner zeigte nun, dass auch gänzlich zellfreies Serum, bei dem also mit Sicherheit jede Phagocytose ausgeschlossen war, dieselbe Fähigkeit besitze. Er nannte die chemischen Körper, welche Bakterien zu vernichten im Stande sind, Alexine. Leider ist es bisher noch nicht gelungen, diese Körper zu isolieren, sodass ihre chemische Konstitution noch völlig dunkel ist.

Nach den Untersuchungen von Hahn [13] und Schattenfroh [14] kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass diese Schutzstoffe von den Leukocyten abgesondert werden, während wir von keiner andern Zellart wissen, dass sie bakterienfeindliche Stoffe abzusondern im Stande ist.

Verschafft man sich größere Mengen von stark leukocytenhaltiger Flüssigkeit und tötet durch schnelles wiederholtes Gefrieren und Wiederauftauen mit Sicherheit alle lebenden Zellen, so erweist sich alsdann die Flüssigkeit, wie Hahn [13] zeigte, noch stärker bakteriecid als das vom Blut abgeschiedene Serum. Schattenfroh [14] bewies, dass man durch wiederholtes Gefrieren und Wiederauftauen die Alexine gewissermaßen aus den Leukocyten extrahieren könne, denn ein so behandeltes Exsudat zeigte sich stärker bakteriecid, als ein solches, welches durch Centrifugieren von allen Zellen befreit worden war. Machte er Exsudat durch Erhitzen unwirksam und fügte dann Leukocyten hinzu, so gewann es seine baktericiden Eigenschaften wieder.

Erhitzt man alexinhaltige Flüssigkeiten auf 55 Grad eine Stunde lang, so werden, wie Buchner [15] fand, alle Alexine sicher zerstört, und alle Körperflüssigkeiten erweisen sich in alexinfreiem Zustand als die besten Nährböden für pathogene Bakterien, die wir kennen.

Nicht nur durch die Hitze bei 50° werden die Alexine zerstört, sondern sie zerfallen in einiger Zeit von selber. Einwirkung von Sonnenlicht und Sauerstoff beschleunigt noch diesen Zerfall. Bei Aufbewahrung des Serums im Eisschrank kann man noch bis zum siebenten Tag die Anwesenheit der Alexine nachweisen, eine längere Konservierung dieser so labilen Körper ist bisher nicht gelungen.

Fällt man die Eiweißkörper des Serums durch Aussalzen, so werden die Alexine mit ausgefällt, vielleicht auch mechanisch durch den Niederschlag mit zu Boden gerissen. Löst man den Eiweißniederschlag in salzhaltigem Wasser wieder auf, so zeigte die Flüssigkeit Bakterien gegenüber sich wieder wirksam, freilich in viel schwächerem Grade.

Dialysiert man aktives Serum gegen destilliertes Wasser, so verliert es seine baktericide Kraft, dialysiert man dagegen gegen 0,7 proz. Kochsalzlösung, so bleibt die Wirksamkeit zum Teil erhalten; auch das gegen Wasser dialysierte und unwirksam gewordene Serum wird wieder aktiv bei genügendem Alkalizusatz.

Die Salze und Basen scheinen daher in noch unaufgeklärter Weise bei der Alexinwirkung beteiligt zu sein. Fodor [16] will gefunden haben, dass beim Menschen die baktericide Wirksamkeit des Blutes parallel gehe mit dem Alkaligehalt; Emmerich erklärte direkt die Alexine für Alkalialbuminate. Da nun nach Strasser und Kuthy [16] eine Vermehrung der Alkalinität des Blutes möglich ist durch kalte Bäder und Douchen, so wäre die Klarlegung aller dieser Verhältnisse sehr wichtig zum Verständnis der therapeutischen Wirkung der Kaltwasserbehandlung bei allen Infektionskrankheiten.

Die Alexine vernichten nicht nur in die Körpersäfte gebrachte Infektionserreger, sie lösen auch die Erytrocyten fremder Tiere auf, besonders bei Körpertemperatur. Weiss [17] hatte gefunden, dass wenn man reichliche Mengen Serum einer Tierart in die Blutbahn eines andern Tieres bringt, die Tiere unter denselben Erscheinungen zu Grunde gehen wie bei Einspritzung von Schlangengift oder Aalserum. Die roten Blutzellen lösen sich auf, wie auch schon Dogiel [18] beobachtete. Diese Wirkung trat bei Kaninchen selbst dann ein, wenn man Serum eines weiblichen Kaninchens in die Blutbahn eines männlichen Tieres brachte, während das Serum eines männlichen Tieres den Blutzellen eines andern männlichen Tieres gegenüber sich inaktiv erwies.

Die Fähigkeit des Serums rote Blutscheiben eines andern Tieres auflösen zu können, nannte Buchner [15] die globulicide Aktion des Serums und zeigte von ihr, dass sie ganz ebenso wie die baktericide Aktion durch Erwärmen auf 50° durch Einwirkung des Sonnenlichtes und durch reichliches Zuleiten von Sauerstoff vernichtet wird. Sehr wahrscheinlich kommt daher auch diese Funktion den von den Leukocyten ausgeschiedenen Alexinen zu.

Bei Vermischen von Serum zweier Tierarten vernichten sich die Alexine gegenseitig nach quantitativen Verhältnissen, und man kann daher durch Vermischen von Kaninchen- und Hundeserum eine Mischung erhalten, welche weder Bakterien vernichtet, noch Hunde- oder Kaninchenblutkörperchen löst. Seit wir durch die Arbeiten von Hamburger und Koeppe wissen, dass sich die Erytrocyten in jeder hypisotonischen Salzlösung auflösen, hätte man glauben können, dass die globulicide Aktion des Serums vielleicht nur von verschiedenem Salzgehalt der benutzten Serumsorten herrührt; dies ist aber nicht möglich, da Erhitzen auf 56° dem Serum diese Fähigkeit nimmt, und zugleich Kaninchenserum Hundeerytrocyten und Hundeserum Kaninchenerytrocyten löst.

Ebenso wie sich die Alexine verschiedener Tierarten vernichten, werden sie auch von den Bakterien zerstört, und erstere unterscheiden sich daher erheblich von Fermenten, bei denen es auf quantitative Mischung nicht ankommt. Theoretisch kann ja die kleinste Menge Pepsin

eine beliebige Masse Fibrin verdauen, wenn die erforderliche Zeit nicht in Betracht kommt.

Fügt man dagegen eine zu große Menge von Bakterien zu alexinhaltigem Serum, so wird zwar ein Teil der Bakterien vernichtet, der überlebende Teil dagegen vermehrt sich in dem jetzt unwirksam gewordenen Serum so schnell wie in einem ausgezeichneten Nährboden.

Welche Funktion der Leukocyten bei der Abwehr von Infektionserregern überwiegt, ob, wie Metschnikoff annimmt, ihre Fähigkeit der Phagocytose oder, wie Buchner annimmt, ihre Fähigkeit Alexine abzusondern, ist schwer zu sagen. Wir wissen nicht, ob die giftproduzierenden Bakterien vor dem Gefressenwerden durch die Leukocyten nicht vielleicht durch ihren Giftgehalt geschützt sind, wenn sie in großen Mengen auf einmal in den Körper eindringen können. Immerhin muss es ein Hindernis im Körper für die Leukocyten geben, sogleich die eingedrungenen Bakterien in sich aufzunehmen, wie von Sicherer zeigen konnte bei Staphylokokkeneinspritzung in die Kaninchenkornea. Hier bilden die Leukocyten wohl bald einen Wall um die Injektionsstelle, gelangen aber nicht bis in die unmittelbare Nähe der Staphylokokken. Erst nach geraumer Zeit wird die Demarkationslinie durchbrochen und dann die vielleicht schon abgestorbenen Staphylokokken durch Phagocytose entfernt. Wahrscheinlich hängt es von der Art der eingedrungenen Krankheitserreger ab, ob bei ihrer Abwehr Alexine oder Phagocytose die Hauptrolle zu spielen haben. Wenn es Bakterien giebt, auf welche die Alexine gar nicht schädigend wirken, wie beim Kaninchen auf das Bacterium Coli, so können im Tierkörper bei Abwehr dieses Schädlings die Alexine auch keine Rolle spielen; hier muss daher die Phagocytose allein ausreichend sein. Andererseits kennen wir Bakterien von solcher Virulenz, dass ihnen gegenüber der Organismus überhaupt keine andere Schutzwehr zu haben scheint, als den festen Zusammenhang der Gewebe. So beschreibt Marmorec [19] so virulente Streptokokken, dass ein einziger Kokkus unter die Haut gespritzt den Tod eines Kaninchens zur Folge hatte. Völlig unaufgeklärt ist noch, wodurch eigentlich so virulente Bakterien vor der Phagocytose geschützt sind.

Beide Hauptfunktionen der Leukocyten vereint thätig, fanden Menge und Walthard [20] bei der Selbstreinigung der Vagina von hineingebrachten Staphylokokken und Streptokokken, denn bei einigen Versuchen konnten sie reichlich Phagocytose beobachten bei einigen nicht; stets aber verschwanden die hineingebrachten Staphylokokken innerhalb 4 bis 10 Stunden aus dem Fundus der Vagina.

Während so die Abscheidung bakterientötender Stoffe aus den Leukocyten ganz sicher gestellt ist, wissen wir noch wenig über die Herkunft einer ganzen Reihe von Fermenten, welche in der letzten

Zeit im Blut gefunden worden sind, welche aber vermutlich sämtlich den Leukocyten entstammen.

So fand Bial [21] ein amylolytisches Ferment im Blut, welches nicht nur Glykogen, sondern auch in geringem Grade, Stärke in Zucker umwandelte. Arthus und Spitzer [2] wiesen ein zuckerzerstörendes Ferment im Blut nach, welches allerdings nur bei reichlichem Zuleiten von Sauerstoff wirksam ist, und vielleicht identisch mit dem oxydierenden Ferment, welches Abelous und Biarnès [23] und Salkowski [24] im Blut nachgewiesen haben. Salkowski zeigte zuerst, dass bei reichlicher Durchlüftung mit Sauerstoff dem Blut die Fähigkeit zukomme den Salicylaldehyd zu oxydieren. Ganz isoliert geblieben ist die Behauptung von Lépine [25], dass im Blut ein peptosacharifizierendes Ferment vorhanden sei, sodass man 10% von Pepton in Zucker umwandeln könne, wenn man es mit Blut bei 56° digeriere. Die Bestimmung der Zuckermenge führte Lépine durch Vergären und Messen der entstandenen Kohlensäure aus. Merkwürdig wäre es, wenn eine so leicht nachweisbare Zuckergruppe im Peptonmolekül vorhanden wäre.

Als letztes der Fermente, dessen Absonderung als eine Funktion der Leukocyten angesehen werden muss, nenne ich das Gerinnungsferment. Die Rolle, welche die weißen Blutkörperchen bei der Gerinnung spielen, ist trotz der in dieser Richtung verwandten Mühe zahlreicher Forscher noch nicht vollständig aufgeklärt. Sichergestellt scheint zu sein, dass bei dem Zerfall der Leukocyten Stoffe in das Plasma gelangen, welche den Gerinnungsvorgang einleiten. Ob nicht dieselben Stoffe bei dem Zerfall der roten Blutscheiben frei werden, ist noch nicht entschieden. Es hängt dies mit unserer Unkenntnis von der Entstehung der Blutplättchen zusammen, welche die einen Forscher von den roten, die andern von den weißen Blutkörperchen abstammen lassen, während wieder andere ihnen eine ganz selbständige Rolle neben diesen Elementen zuweisen.

Sicher gestellt ist durch Betrachtung des Gerinnungsvorgangs unter dem Mikroskop, dass die Fibrinfäden immer von Stellen ausstrahlen, wo ein Blutplättchen gelegen ist, ob diese Blutplättchen aber einem weißen oder einem roten Blutkörperchen entstammen, kann man nicht entscheiden. Lilienfeld wies nach, dass die Plättchen nukleinhaltig sind und leitete daher ihren Ursprung von den Kernen der Leukocyten her, doch scheinen auch die Erytrocyten Nuklein zu enthalten. Die Rolle der Leukocyten bei der Gerinnung hat zuerst Harmsen [26] zahlenmäßig geprüft und gefunden, dass durch das Defibrinieren 48,1% aller weißen Zellen zu Grunde gehen. Er fand das Verhältnis der ein- und mehrkernigen Leukocyten vor dem Defibrinieren wie 19:81, nachher wie 31:69. Von den mehrkernigen gingen 60,6%, von den einkernigen 20,7% zu Grunde. Von den polynukleären Zellen ver-

schwinden hauptsächlich die neutrophilen, von den einkernigen die großen Formen, während sich die eosinophilen Zellen neutral verhalten. Diese Verhältnisse zeigen sich konstant bei jeder Wiederholung der Versuche, was deutlich auf eine Beteiligung der weißen Blutkörperchen an der Gerinnung hinweist.

Wooldridge [5] wog die Gesamtmenge der Leukocyten im ungeronnenen und im defibrinierten Blut und fand stets das Gesamtgewicht aller Leukocyten im defibrinierten Blut geringer, weshalb er auf eine Bildung des Fibrins aus zerfallenden Leukocyten schloss. Lilienfeld [27] konnte nachweisen, dass gerinnungsfähige Substanzen bei Zusatz von Nuklein sofort gerinnen, und glaubt daher, dass beim Zerfall der Leukocytenkerne freiwerdendes Nuklein das Gerinnungsferment darstelle. Arnold, Lewit und Bremer wollen die Abschnürung von Blutplättchen aus Erytrocyten beobachtet haben, so dass eine Entscheidung über die Frage, ob nur die zerfallenden Leukocyten die Gerinnung einleiten, noch nicht zu treffen ist. Oben war schon erwähnt, dass leukocytenhaltiges Exsudat aus der Pleurahöhle, das keine Erytrocyten enthält, selbst wiederholte Gerinnungen zeigt. Das Vorhandensein von zerfallenden Erytrocyten scheint also kein notwendiges Erfordernis für den Gerinnungsvorgang zu sein.

Ob nun die gerinnende Substanz, das Fibrinogen, ebenso wie das Gerinnungsferment (das Nuklein?) erst im Moment des Zerfalls aus den Leukocyten ausgeschieden wird, oder ob das Fibrinogen stets in reichlicher Menge im Plasma vorhanden ist, wissen wir nicht, da bis vor kurzem keine Methode bekannt war, das Blut der Untersuchung zugänglich zu machen ohne Zerfall von Leukocyten. Alle gerinnungshemmenden Mittel wie Pepton oder Blutegelextrakt oder Magnesiumsulphatlösungen oder Ausfällen der Kalksalze mit Alkalioxalat zerstören das Gefüge des Leukocytenleibes. Erst in neuester Zeit hat wiederum Lilienfeld in dem Histon eine Substanz entdeckt, welche die Gerinnung des Blutes verhindert ohne die Leukocyten zu alterieren. Da nun chemische Untersuchungen über das Histonblut noch nicht vorliegen, so wissen wir noch nicht, welche chemischen Körper im Plasma vor dem Zerfall der Leukocyten präformiert vorhanden sind. Das Histon übt deshalb keinen schädigenden Einfluss auf die Leukocyten aus, weil es von diesen selber abgesondert wird und wahrscheinlich stets in Spuren im kreisenden Blut vorhanden, die Gerinnung verhindert. Erst wenn bei massenhaftem Zerfall von Leukocyten eine zu reichliche Menge Nuklein in das Plasma gelangt, wird die gerinnungshemmende Aktion des Histons von der gerinnungserregenden des Nuklein überkompensiert und das Blut gerinnt doch, trotz seines Histongehaltes.

Die wichtige Rolle, welche man früher der Gefäßwand zuschrieb, nämlich die Abscheidung gerinnungshemmender Substanzen, muss nach

den Lilienfeld'schen Untersuchungen auf die Leukocyten übertragen werden, und diese Zellen vereinigen in sich die Fähigkeit der Absonderung sowohl gerinnungshemmender wie gerinnungserregender Substanzen, noch dazu in einer chemischen Verbindung, dem Nucleohiston.

Während wir im Histon einen albumoseartigen Körper kennen gelernt haben, der von den Leukocyten abgeschieden wird, scheint die Aufnahmefähigkeit dieser Zellen für Albumosen und Peptone bei der Verdauung eine wichtige Rolle zu spielen.

Schon Wooldridge [5] hatte beobachtet, dass das Gesamtgewicht aller Leukocyten stets größer war, wenn er durch Zufügung von Pepton das Blut ungerinnbar gemacht hatte, als wenn er etwa durch Ausfällen der Kalksalze die Gerinnung verzögerte; und zwar fand er die Zunahme der Leukocytenmenge stets ungefähr gleich der zugefügten Peptonmenge. Er schloss daraus, dass das Pepton von den Leukocyten aufgenommen worden sei. Auch Römer [28] fand nach Einspritzung von Bakterienproteinen starke Vermehrung der Leukocyten durch amitotische Teilung, was ja ebenfalls auf eine Aufnahme der Peptone durch die Leukocyten hinweist. So würde sich leicht die bisher befremdliche Thatsache erklären, dass es nicht gelungen ist, während der Resorption von eingeführter Nahrung in Blut oder Lymphe Peptongehalt nachzuweisen, während es schon lange bekannt ist, dass eine reichliche Mahlzeit eine starke Vermehrung der farblosen Elemente im Blut zur Folge hat. Das Verschwinden des Peptons nach dem Passieren der Darmwand wäre alsdann eine Folge der Aufnahme durch die Leukocyten. Unwahrscheinlich ist es, dass der größte Teil der im Darm entstandenen Peptone das Darmepithel passieren kann ohne in Eiweiß zurückverwandelt zu werden. Wahrscheinlich gelangen aber doch Spuren von Albumosen oder Peptonen bei schneller Verdauung in die Blutbahn, erregen hier eine Hyperleukocytose und nun verhindern die mobilgemachten Leukocyten die weitere Ansammlung der giftigen Albumosen in der Blutbahn.

Auch die Entfernung der so zahlreichen Fettkügelchen, welche nach der Verdauung in das Blut geleitet werden, wird wohl den Leukocyten obliegen. Zur Zeit der Resorption der Nahrung ergießt sich ja ein milchartig von Fett getrübter Strom von Lymphe in das Blutgefäßsystem und doch finden wir für gewöhnlich das Blut fast frei von geformtem Fett. Nur bei säugenden Tieren ist eine Trübung des Plasmas durch reichliches Fett beobachtet worden. Hier muss man annehmen, dass die Leukocyten den so enorm gewachsenen Ansprüchen an die Blutreinigung nicht mehr gewachsen waren. Dass fast alle albumoseartigen Körper ein Lockmittel für die Leukocyten darstellen, kann nach den Untersuchungen von Timofejewski, Goldscheider und Jacob, Römer und Buchner nicht mehr zweifelhaft sein; schon deshalb müssen wir annehmen, dass diese Substanzen von den Leuko-

cyten auch aufgenommen werden können. Die Rolle, welche die Leukocyten bei der Verdauung zu spielen hätten, wäre nun die, dass sie die resorbierte Nahrung — seien dies nun Peptone oder schon rückverwandeltes Eiweiß — in sich aufnehmen, sich lebhaft amitotisch vermehren und bei ihrem schließlichen Zerfall, der jeder Hyperleukocytose alsbald folgt, die in ihrem Innern weiter umgewandelte resorbierte Nahrung in das Plasma ergießen, so dass es jetzt allen Körperzellen in gelöster Form zugeführt werden kann. Wahrscheinlich hat die Anhäufung ganzer Leukocytenlager in der Darmwand noch den weiteren Zweck, die Darmgewebe an der Ausnutzung der resorbierten Nahrung für eigene Zwecke zu verhindern. Bei der fortwährenden Umspülung mit Nährstoffen müssten sich ja die Darmzellen fortwährend vergrößern, teilen und im Uebermaß vermehren, wenn nicht die Leukocyten dafür sorgten, dass der größte Teil der zugeführten Nahrung den andern Körperzellen zu Gute kommt.

Der Zerfall der Leukocyten nach reichlicher Peptonaufnahme ist von Römer [28] und auch von Botkin [29] unter dem Mikroskop beobachtet worden. Die Zellen erscheinen zuerst immer deutlicher granuliert, sie quellen auf, Fortsätze lösen sich ab und geben dann ganz das Bild von Blutplättchen, nur ganz geringe Reste bleiben übrig.

Dieselbe Funktion wie bei der Verdauung, nämlich durch ihren Zerfall Nährmaterial zu liefern für andere dauerhaftere Zellen, üben die Leukocyten auch aus bei der Neubildung von Geweben im wachsenden Organismus und bei der Regeneration verletzter Teile beim Erwachsenen. Leukocyten wandern in schnell wachsende Organe ein und bieten dann durch ihren Zerfall den oft sich teilenden Zellen ein konzentriertes Nährmaterial.

Wahrscheinlich ermöglicht ihr reichlicher Nukleingehalt eine um so schnellere Kernteilung der fixen Zellen. Die Bilder, welche man dann erhält, ähneln durchaus denen bei der Entzündung; so bietet der Hoden zur Zeit der Pubertät, das Gehirn in den letzten Fötalmonaten ein Aussehen dar, welches besonders bei der exzessiven Blutversorgung der schnell wachsenden Organe die Verwechslung mit einer Entzündung sehr nahe legt.

Bei Aufbau neu sich bildender Gewebe können sich die Leukocyten nicht dauernd beteiligen. Bringt man Stäbchen von Hollundermark oder Leberstückchen in die Bauchhöhle von Tieren, so wandern zwar die Leukocyten sofort in die hineingebrachten Teile ein und bilden dort ein Scheingewebe, aber es kommt doch nicht zur dauernden Gewebsneubildung durch die Leukocyten, sondern diese machen den Fibroblasten, Abkömmlingen der fixen Gewebszellen, Platz, und liefern durch ihren Zerfall nur das Material für das neuzubildende Gewebe. Von neueren Forschern vertritt nur noch Ribbert [30] den Standpunkt, dass die eingewanderten Leukocyten zur Auskleidung der neu-

gebildeten Lymphräume dienen und dort noch ebenso mitotisch sich vermehren könnten wie in den Keimcentren der Lymphdrüsen.

Auf Grund von Einwanderungsversuchen traten aber Sherrington und Ballance [31] wie auch Baumgarten [32] dieser Meinung entgegen, so dass wir bei aller Vielseitigkeit der Leukocyten ihnen die Fähigkeit der Gewebsneubildung wohl absprechen müssen.

Eine noch nicht entschiedene Frage ist es dagegen, ob nicht alle geformten Blutbestandteile, Blutplättchen sowie rote Blutscheiben von den Leukocyten abstammen. Von den Blutplättchen ist oben schon erwähnt, dass Lilienfeld [24], der Nuklein in den Plättchen nachwies, und Botkin [29] die Abstammung der Plättchen von Leukocyten vertreten. Loewit, Arnold und Bremer wollen dagegen die Abschnürung von Plättchen von roten Blutscheiben beobachtet haben. Wahrscheinlich hat daher Arnold Recht mit der Vermutung, dass die Blutplättchen überhaupt keinen einheitlichen Ursprung haben, und das wir mit diesem Namen belegen die Zerfallsprodukte der weißen wie der roten Blutkörperchen und außerdem noch in Plättchenform ausgeschiedenes Fibrin.

Noch weniger klar liegt die Frage, ob auch die roten Blutscheiben durch Umwandlung von Leukocyten entstehen. Beim Frosch will ja Recklinghausen [33] am überlebenden Blut die Umwandlung der sogenannten Spindelzellen in rote Blutkörperchen unter dem Mikroskop verfolgt haben. Arnold [34] beobachtete die gleichen Arten von Granula in hämoglobinhaltigen und hämoglobinfreien Knochenmarkzellen und glaubt daher an eine Umwandlung der Leukocyten in rote Blutkörperchen. Auch beschreibt er Erytroblasten mit amöboider Beweglichkeit, eosinophile Zellen mit diffus verteiltem Hämoglobin, ferner Zellen, welche Hämoglobin im Kern führen als Uebergänge zwischen roten und weißen Blutkörperchen. Dass zum mindesten die eosinophilen Zellen bei der Erytrocytenbildung beteiligt sind, ist fast zur Gewissheit geworden durch die Entdeckung von Przewoski [35] und Backer [36], dass ihre Granula die Eisenreaktionen ergeben. Mit Ammoniumsulphid und Glyzerin im Thermostaten bei 60 längere Zeit behandelt, färben sich die Granula grün. Mit Ferrocyankalium und Salzsäure geben sie die Berlinerblaureaktion. Da die Granula außerdem die Vanillineiweißreaktion zeigen, wie Weiss [37] fand, so ist mikrochemisch festgestellt, dass sie aus Eisenalbuminat bestehen. Janowski [38] will im Eiter eine allmähliche Umwandlung der Lymphocyten in polymorphkernige Leukocyten beobachtet haben, Harmsen [39] sah bei einem Pyothorax die anfangs polymorphkernigen Leukocyten sich in eosinophile verwandeln.

Kombinieren wir die Angaben aller dieser Forscher, so ergäbe sich eine Reihe für die Entwicklung der roten Blutscheiben. Die Lymphocyten stammen wohl direkt von den mitotisch sich teilenden

Zellen in den Keimcentren der Lymphdrüsen. Diese würden dann polymorphkernig, schließlich eosinophil, und letztere wären dann die Vorstufen der roten Blutscheiben, in die sie durch Hämoglobinbildung und Kernschwund übergingen.

Keine der bis jetzt geltenden Ansichten über die Entstehung der roten Blutscheiben kann als definitive oder erschöpfende gelten, alle die oben erwähnten Angaben über die Umwandlungsfähigkeit der Leukocyten sind viel zu wenig geprüft und bestätigt, als dass man aus ihnen sichere Schlüsse über die Bildung der Erytrocyten ziehen könnte. Durch den bedeutungsvollen Eisennachweis in den Granula der Leukocyten ist allerdings eine Beteiligung derselben an der Erytrocytenbildung recht wahrscheinlich geworden.

Fassen wir die Funktionen der Leukocyten noch einmal zusammen, so erscheint ganz sicher gestellt die wichtige Rolle, welche sie bei der Gerinnung spielen, ganz sicher ferner die Dienste, welche sie als Phagocyten und Absonderer der Alexine bei allen infektiösen Erkrankungen dem Körper leisten. Ihre phagocytäre Thätigkeit wird in der mannigfaltigsten Weise in Anspruch genommen bei der Wegschaffung von Staub aus der Lunge, von Pigment aus der Oberhaut, bei der Entfernung nekrotischer Teile oder von großen Fremdkörpern, bei den Tieren mit Metamorphose zur schnellen Wegschaffung derjenigen Organe, deren das Tier nach seiner Umwandlung nicht mehr bedarf. Bei der Gewebsneubildung liefern die Leukocyten das erste Material, ihrem Zerfall verdankt sicher ein Teil der Blutplättchen ihre Entstehung.

Der Ergänzung bedürftig sind dagegen unsere Kenntnisse in der Frage, welchen Anteil die Leukocyten an der Abscheidung der im Blute kreisenden Fermente, an der Resorption der aufgenommenen Nahrung und an der Bildung der roten Blutscheiben haben.

Im Ganzen genommen müssen wir mit Looss [40] in den Leukocyten eine Reservemacht im Organismus erblicken, welche überall helfend eintritt, wo der Widerstand der Gewebe nicht ausreicht, um andringender Schädlichkeiten Herr zu werden, oder wo die Leistungsfähigkeit der Organe nicht ausreicht, um außergewöhnlichen Anforderungen gerecht zu werden.

Litteratur.

[1] Verworn, Allgemeine Physiologie, Jena 1895.
[2] Recklinghausen, Ueber die Erzeugung von roten Blutkörperchen. Schultze's Archiv f. mikrosk. Anatomie, 1866, S. 137.
[3] Arthus, Elemente der physiol. Chemie, 1895, Leipzig.
[4] Janowski, Archiv f. exper. Path., 1895, Bd. 36.
[5] Wooldridge, Du Bois Archiv f. Physiol., 1884, S. 386.
[6] Arnold, Virchow's Archiv, 141.

[7] Hahn, Münchn. med. Wochenschr., 1896, Nr. 8.
[8] Dogiel, Du Bois Archiv f. Physiol., 1886.
[9] Latschenberger, Berichte der Wiener Akad., Bd. CV, Abt. III, 1896.
[10] Schuhmacher, Schultze's Archiv, 1896, Bd. 48.
[11] Spuler, Archiv f. mikrosk. Anat., 1892.
[12] Korolew, Centr. f. med. Wiss., 1897, Nr. 7.
[13] Hahn, Münchn. med. Wochenschr., 1896, Nr. 8.
[14] Schattenfroh, Münchn. med. Wochenschr., 1897, Nr. 1.
[15] Buchner, Archiv f. Hygiene, Bd. XVII.
[16] Fodor, Centr. f. med. Wiss., 1895.
[17] Weiss, Pflüger's Archiv, Bd. 65, 1896, Heft 3 u. 4.
[18] Dogiel, Du Bois Archiv f. Physiol., 1893, S. 356.
[19] Marmorec, Annales Pasteur, 1896.
[20] Menge u. Walthard, Centr. f. med. Wiss., 1896.
[21] Bial, Pflüger's Archiv, Bd. 52, S. 137.
[22] Berl. klin. Wochenschr., 1894.
[23] Archiv de Physiologie norm. et pathol., 1895, Nr. 1.
[24] Salkowski, Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. VII, S. 115.
[25] Lépine, Compt. rend., T. 119, S. 123.
[26] Harmsen, Petersburger med. Wochenschr., 1894, Nr. 38 u. 39.
[27] Lilienfeld, Du Bois Archiv f. Physiol., 1891—1892, 1896.
[28] Römer, Centr. f. med. Wiss., 1896.
[29] Botkin, Virchow's Archiv, 141, S. 238.
[30] Ribbert, Centr. f. allg. Pathol., 1890, S. 665.
[31] Sherrington u. Ballance, Centr. f. allg. Path., 1890, S. 697.
[32] Baumgarten, Centr. f. allg. Pathol., 1890, S. 764.
[33] Recklinghausen, Schultze's Archiv f. Mikrosk., 1866.
[34] Arnold, Virchow's Archiv, Bd. 144. S. 67.
[35] Przewoski, Centr. f. allg. Path., 1896.
[36] Backer, Centr. f. med. Wiss., 1895.
[37] Weiss, Centr. f. med. Wiss., 1891, S. 456.
[38] Janowski, Archiv f. exp. Pathol., 1895.
[39] Harmsen, Petersb. med. Wochenschr., 1894.
[40] Looss, Biolog. Centralblatt, 1889/90. [90]

Wilhelm Haacke, Grundriss der Entwicklungsmechanik.

Leipzig 1897. 398 Seiten. 143 Textfiguren.

Der Verfasser nennt dieses Werk im Vorwort das erste „Lehrbuch" der Entwicklungsmechanik. Demzufolge erwartet man durch die Lektüre desselben das vorhandene Thatsachenmaterial der Entwicklungsmechanik in vollständiger und genauer, wenn auch knapper Darstellung kennen zu lernen. Man erhofft sich eine genaue Information über den gegenwärtigen Stand der einzelnen Fragen und über den Inhalt der bezüglichen Spezialarbeiten, wie auch eine objektive kritische Abwägung der verschiedenen Auffassungen. Statt dessen sieht man, dass unser Autor in diesem Buch überall den Hauptwert auf die Vorführung seiner eigenen Ansichten legt und diese durch mehr oder weniger geeignete, wie auch nicht immer

richtig wiedergegebene Thatsachen zu stützen sucht. Sein Bestreben, die abweichenden Ansichten anderer Autoren kurz zu widerlegen, scheitert mehrfach daran, dass er des öfteren die Auffassung der Autoren nicht richtig darstellt und nicht immer beweiskräftige Einwendungen vorbringt. Die ganze Schrift trägt daher ein sehr subjektives Gepräge, worauf der Autor selbst im Vorwort aufmerksam macht. Dieses herausfordernd subjektive Gepräge benimmt aber dem Werke unseres Verfassers den Charakter eines „Lehrbuches", ja selbst eines „Grundrisses". Zudem sind die einzelnen Abschnitte sehr ungleich bearbeitet. Von manchen Gebieten ist dem Verfasser das Material offenbar nicht im speziellen bekannt; über solche Lücken hilft er sich mit wenigen Zeilen hinweg, wobei deren Kürze außerdem noch oft die Klarheit der Darstellung in Frage stellt. Solches gilt vor allem von jenen Gebieten, die den Inhalt der Spezialarbeiten Roux' bilden. Die Verdienste dieses als des Begründers der Disziplin werden im übrigen anerkannt.

Die Grundauffassungen Haacke's selbst sind im wesentlichen die richtigen: den modernen, exakten Naturwissenschaften der Physik und Chemie entnommen. Hier steht Haacke hoch über jenem Standpunkte, den jüngst ein Gegner der Entwicklungsmechanik, O. Hertwig, als den seinigen bezeichnet hat.

Demnach ist das Buch sowohl in seiner Tendenz, wie in seinen Hauptzügen zu billigen. Die leichtflüssige Schreibweise des Verfassers erleichtert dem Leser das Eindringen in das Verständnis entwicklungsmechanischer Bestrebungen im allgemeinen und in die Anschauungen Haacke's im besonderen.

Bei dem reichen Inhalte des Buches kann hier nicht auf das Einzelne eingegangen werden. Es würde zu weit führen, zu den Anschauungen des Autors Stellung zu nehmen und die irrtümliche Reproduktion und Beurteilung fremder Arbeiten berichtigen zu wollen. Wir wollen uns daher begnügen, noch das Inhaltsverzeichnis hier anzufügen.

Das „erste Hauptstück" behandelt unter dem Titel „vom Gebiete der Entwicklungsmechanik" die Möglichkeit der Entwicklungsmechanik, wie deren Stellung zur Teleologie, zum Vitalismus und zur Biologie. Das zweite Kapitel enthält Auseinandersetzungen über die Systematik der Organismen. Im dritten Hauptstück erörtert H. den Mechanismus der Keimesgeschichte und kommt hiebei auf die „Regeneration, Teilung und Knospung", auf die „Konstruktion des Energidenmechanismus", wie auf „das Problem des Bildungsstoffes" zu sprechen. Im vierten Hauptstück wird unter dem Titel „vom Formbildungsgrund" über „entwicklungsmechanische Reize", über „Korrelation und Symphasie", über „die entwicklungsmechanische Rolle der Richtungsreize", „die Rolle diffuser Reize" und „die Reizwirkung" verhandelt. Das fünfte Hauptstück bezieht sich auf die „Formenwandlungen" und enthält Abschnitte über „Formenwechsel", „Formverbildungen", „Formungsrichtungen" und „Formenmischung". Den Schluss bildet ein Abschnitt über den „Mechanismus der Stammesgeschichte".

H. Endres [86]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen — Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. Oktober 1897.** **Nr. 20.**

Inhalt: **Häcker**, Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen (Schluss). — **v. Erlanger**, Zur Kenntnis der Zell- und Kernteilung. — **Rywosch**, Ueber das Pigment und die Entstehung desselben bei einigen Tardigraden. — **Stieda**, Ueber die Homologie der Brust- und Becken-Gliedmaßen.

Ueber weitere Uebereinstimmungen zwischen den Fortpflanzungsvorgängen der Tiere und Pflanzen.

Die Keim-Mutterzellen.

Von Prof. **Valentin Häcker.**

(Zweites Stück und Schluss)

3. Ausbildung der achromatischen Teilungsfigur.

Während den Zoologen, dank der günstigen Beschaffenheit ihrer Objekte, hinsichtlich der Erforschung der Chromatinstrukturen vielfach eine führende Rolle vorbehalten war, liegt bezüglich der achromatischen Bestandteile der Teilungsfiguren der umgekehrte Fall vor, indem hier die Ergebnisse auf botanischem Gebiete auf gewisse, bisher unverständliche zoologische Befunde ein Licht zu werfen scheinen.

Ich will jedoch auch hier wieder mit den betreffenden Beobachtungen auf zoologischem Gebiet den Anfang machen. Die Untersuchungen über die Reifungsvorgänge der tierischen Geschlechtsprodukte haben vielfach zu dem Ergebnis geführt, dass die Gestalt der achromatischen Figur wesentlich von den gewöhnlichen Vorkommnissen abweicht. Hinsichtlich der Spermatogenese liegen allerdings nur vereinzelte diesbezügliche Angaben vor: es würde vielleicht in erster Linie auf die bekannten pluripolaren, mit Vierergruppen-ähnlichen Chromatinelementen versehenen Teilungsfiguren hinzuweisen sein, welche Flemming[1]) für die Samenbildung von *Salamandra* beschrieben hat.

1) W. Flemming, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Arch. f. mikr. Anatomie, Bd. 29, 1887.

Flemming hat diese Bilder bekanntlich als pathologische Aberrationen gedeutet, während nach meiner und vom Rath's Auffassung wenigstens die Chromatinkörper als normale, den Vierergruppen anderer Formen zu vergleichende Gebilde zu betrachten sind. Zu erwähnen wäre vielleicht noch eine Angabe Moore's[1]), welche sich auf die Spermatogenese von *Branchipus* bezieht. Darnach sollen hier in den früheren Phasen der Mutterzellen die achromatischen Fäden des Zellplasmas nach mehreren (6—8) färbbaren Körperchen, den „Pseudosomen", konvergieren, welch letztere dann späterhin mit einander verschmelzen und so die Centrosomen zu Stande kommen lassen.

Von größerem Interesse als diese Vorkommnisse sind die eigentümlichen Bilder, welche bei der Ovogenese der tierischen Eier die Bildung des ersten und ebenso auch des zweiten Richtungskörpers einleiten. Schon den ersten Beobachtern des *Ascaris*-Eies war die mannigfaltige, von den gewöhnlichen Vorkommnissen durchaus abweichende Gestalt der ersten Richtungsspindel aufgefallen und speziell Carnoy hat neben zahlreichen anderen ungewöhnlichen Bildern auch

Erste Richtungsspindel.

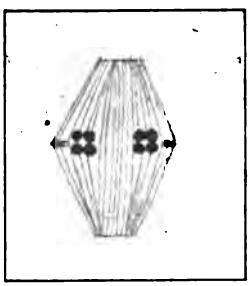


Fig. *M.* *Ascaris*, weibl. (Boveri).

Fig. *N.* *Ascaris*, weibl. (Sala).

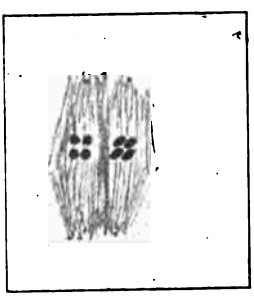


Fig. *O.* *Ascaris*, weibl. (Eig. Präp.)

Fig. *P.* *Ascaris*, weibl. (Eig. Präp.)

1) J. E. S. Moore, Some Points on the Origin of the Reproductive Cells in *Apus* and *Branchipus*. Qu. J. Micr. Sc., V. 35, 1894.

ein paar wirkliche vielpolige Spindeln wiedergegeben. Boveri[1]), welcher betreffs der normalen Beschaffenheit des von Carnoy untersuchten Materials Zweifel ausgesprochen hat, schildert die erste Richtungsspindel von *Ascaris* (Fig. *M*) als eine gerade abgestumpfte Figur, welche beiderseits nicht in Punkten, den „Polkörperchen", sondern in breiten Platten endigt. Diese machen nach Boveri nicht den Eindruck von etwas Selbständigem, sondern von integrierenden Bestandteilen des faserigen Körpers. Jede Platte scheint aus einer einfachen Schicht von Körnern zu bestehen, welche kontinuierlich in den Spindelfasern sich fortsetzen.

Dieser Schilderung fügte ich vor einigen Jahren[2]) die Beobachtung hinzu, dass sich an den Ecken der Tonnenfigur färbbare, von einem hellen Hof umgebene Kügelchen befinden, welche ich als Centrosomen deutete. Aus der Mannigfaltigkeit in der Konstellation dieser Körperchen schloss ich auf gewisse Lageveränderungen derselben, welche eventuell mit der bekannten Drehung der ganzen Figur aus der tangentialen in die radiäre Stellung in Zusammenhang zu bringen wären.

Auch Sala[3]) findet an den Endplatten der Figur 2, 3, manchmal auch 4 und selten sogar 5 feinste Körnchen, von denen die an den Ecken gelegenen etwas dicker als die übrigen sind (Fig. *N*). In gekühlten Eiern treten an ihrer Stelle eigentliche Centrosomen auf. Die Existenz dieser Körperchen ist auch von anderen Autoren, so neuerdings von v. Erlanger[4]) bestätigt worden, und es scheint die Auffassung Verbreitung zu finden, dass es sich wirklich um distinkte Körperchen und nicht bloß, wie Boveri vermutet hat[5]), um stärker hervortretende Knotenpunkte des Spindelfasergerüstes handle.

Eine abermalige Untersuchung desselben Objekts, welche ich im Anschluss an meine Beobachtungen bei *Cyclops brevicornis* unternahm, hat mir nun aber Bilder geliefert, auf Grund welcher ich meine Anschauung über die Gestalt der Spindelfigur noch etwas weiter modifizieren, beziehungsweise vervollständigen muss. Die Präparate stammten, wie ich ausdrücklich hervorheben will, von ganz frischem, soeben dem Pferdedarm entnommenen Material und die Konservierung mittels vom Rath'scher Flüssigkeit ließ im Uebrigen nichts zu wünschen übrig. Auf sämtlichen Präparaten besitzen die Tonnen- oder besser Garben-

1) Th. Boveri, Zellenstudien I. Jen. Zeitschr., Bd. 21, 1887, S. 443.

2) Ueber den heutigen Stand der Centrosomenfrage. Verh. deutsch. Zool. Ges., 1894.

3) L. Sala, Experimentelle Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung der Eier bei *Ascaris megalocephala*. Archiv f. mikr. Anat., Bd. 44, 1895.

4) R. von Erlanger, Ueber die Befruchtung und ersten Teilungen des Eies von *Ascaris megalocephala*. Verh. deutsch. zool. Ges., 1896.

5) Diskussion zum Vortrag: Ueber den heutigen Stand d. Centr.-Frage, S. 26.

ähnlichen Figuren nicht die sonst beschriebenen „Endplatten", sondern die einzelnen, schmal-spindelförmigen und vielfach sich durchkreuzenden Faserbündel, welche die Garbe zusammensetzen, laufen beiderseits in kleine und kleinste Spitzen aus, welche, von der Seite gesehen, den Basen der Figur etwa das Aussehen eines unregelmäßig gezackten Gebirgskammes geben. Nicht bloß an den Ecken der Garbe, sondern häufig auch an einigen der übrigen Zacken und Spitzen lassen sich jene dunkel färbbaren Körnchen als deutlich distinkte Gebilde erkennen (Fig. *O—P*). Danach möchte ich also die Auffassung vertreten, dass die *Ascaris*-Spindel in ihrem garbenähnlichen Zustand ein System von schmalen, vielfach durch gemeinsame Fasern verbundenen

Richtungsspindel.

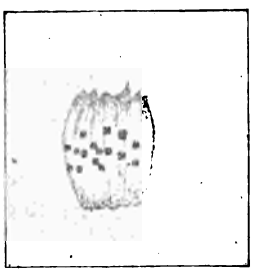


Fig. *Q*. *Heterocope*, weibl. (Eig. Präp.)

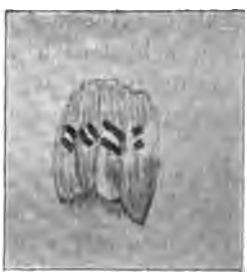


Fig. *R*. *Cyclops brevic.*, weibl. (Eig. Präp.)

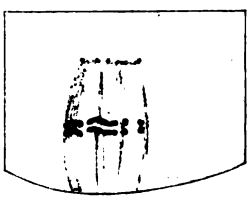


Fig. *S*. *Cyclops brevic.*, weibl. (Eig. Präp.)

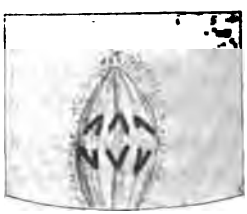


Fig. *T*. *Cyclops brevic.*, weibl. (Eig. Präp.)

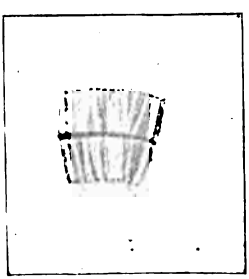


Fig. *U*. *Basidiobolus* (Fairchild).

Fig. *V*. *Equisetum*, Spor. (Osterhout).

Einzelbündeln darstellt. Sie würde also als „vielpolig" zu bezeichnen sein: ob aber freilich jene Körnchen die wirklichen Centrosomen oder irgend welche Körper andrer Provenienz (zerbröckelte Nukleolarsubstanz u. dergl.) darstellen, darüber möchte ich mich nicht sicher entscheiden.

Erwähnt soll noch werden, dass, wie vorzugsweise Boveri und Sala angegeben haben, das Aussehen der zweiten Richtungsspindel im Allgemeinen das nämliche ist, wie das der ersten.

Wenden wir uns nun, um Anhaltspunkte für einen Vergleich zu gewinnen, zu der Ovogenese der Copepoden, bei welchen die Richtungsspindeln in einer Reihe von sehr verschiedenen Gestalten zur Beobachtung kommen. Die erste Richtungsspindel von *Cyclops brevicornis* und *Heterocope*[1]) zeigt in ihren jüngsten Anfangsphasen vielfach die Gestalt einer aus mehreren Bündeln zusammengesetzten Garbe: in dieser Form (Fig. *Q* u. *R*) erinnert sie sehr an die Befunde bei *Ascaris*, umsomehr, als auch bei *Cyclops* die achromatische Figur, namentlich an den Seiten, scharf gegen das umliegende Plasma abgegrenzt ist, weshalb sie auf den Schnittbildern beinahe reliefartig hervortritt[2]). In den späteren Phasen, vom eigentlichen Asterstadium bis zur Abschnürung des zweiten Richtungskörpers, ist bei *Cyclops* der innere Boden der nunmehr tonnenförmigen Spindel „häufig von einer dunkel gefärbten Plasmahaube bedeckt", welche an die Polplatten der bei den Protozoen, z. B. bei *Actinosphaerium*, beobachteten Teilungsfiguren erinnert. Die zweite Richtungsspindel von *Cyclops* hinwiederum ist zunächst tonnenförmig (Fig. *S*). Die Tonne zeigt gleichfalls in ausgesprochener Weise eine Zusammensetzung aus mehreren gesonderten, den einzelnen Chromosomenpaaren entsprechenden Bündeln und trägt an ihrem inneren Boden eine Anzahl dunkel gefärbter Körnchen. „Mitunter ist je eines derselben an den Ecken der Figur wahrzunehmen, doch kommen auch Fälle vor, in denen mehrere in gleicher Weise gefärbte Körnchen — in einem Fall waren es sechs — auf den inneren Boden der Tonne verteilt sind". Unmittelbar vor und während der dicentrischen Wanderung

1) Unsere Titisee-Heterocope ist nach O. Schmeil (Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden, Stuttg. 1896, S. 94) die echte *Heterocope saliens* Lillj., die in Deutschland mit Sicherheit nur noch im Chiemsee gefunden wurde. Die Bodensee-Heterocope, welche Rückert vorlag, ist *H. weismanni* Imhof. Irgend ein Unterschied in ovogenetischer Hinsicht wird wohl schwerlich angenommen werden dürfen.

2) Einige dieser Bilder, welche übrigens nur mit Rücksicht auf die Chromatinstrukturen ausgewählt worden waren, habe ich in einer früheren Arbeit (Ueber die Selbständigkeit der väterlichen und mütterlichen Kernbestandteile während der Embryonalentwicklung von *Cyclops*. Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. 46, 1896) wiedergegeben.

der Elemente spitzt sich der innere Pol zu (Fig. *T*) und die achromatische Figur erhält so die Form einer Granate. Bei der zweiten Richtungsspindel findet demnach in noch ausgesprochenem Maße, als bei der ersten, der allmähliche Uebergang aus der Garben- oder Tonnengestalt zu den gewöhnlicheren Formen statt.

Ueber das Vorkommen von Centrosomen habe ich, abgesehen von den erwähnten Körnchen, nichts Sicheres feststellen können, jedoch fand vom Rath[1]) bei den weit ausgebauchten ersten Richtungsspindeln[2]) mariner Copepoden-Eier, welche gewissermaßen eine Zwischenform zwischen der Tonnen- und eigentlichen Spindelfigur darstellen, an jedem der Pole zwei nebeneinander liegende Centrosomen (Fig. *X*).

Die vom Rath'schen Bilder führen hinüber zu den von anderen Autoren gemachten Befunden, wonach auch bei den ersten Richtungsspindeln eigentliche „Centrosomen" in dem von Boveri ursprünglich aufgestellten und daher unbedingt festzuhaltenden Sinne vorkommen können, nämlich kuglige, beziehungsweise ellipsoidische, scharf begrenzte, dunkel färbbare, mit einem noch dunkleren Centralkorn versehene Körper, welche häufig durch einen hellen Hof — vermutlich das Produkt einer künstlichen Schrumpfung — gegen das umgebende Plasma abgegrenzt zu sein pflegen. Derartig ausgestattete Richtungsspindeln finden sich nach van der Stricht[3]) bei der Seeplanarie *Thysanozoon*, nach Mac Farland[4]) bei dem Opisthobranchier *Diaulula*. Sie schließen sich in ihrem Bau vollkommen den Befunden bei der Spermatogenese von *Ascaris* (Brauer), bei der Furchung von *Ascaris* (Boveri) und *Sida crystallina* an.

Schon die vorstehende Uebersicht, in welcher, wie ich glaube, alle speziellen Vorkommnisse durch Typen vertreten sind, zeigt deutlich einen genetischen Zusammenhang jener extremen Garben- und Tonnenformen mit den gewöhnlichen schmalen Kernspindeln. Es wird sich nun darum handeln, ob sich sonstwo in den beiden Organismenreichen Figuren oder Figurenreihen vorfinden, welche mit den Bildern der ersten Richtungsspindeln verglichen werden können und vielleicht auf die eigentümlichen Umwandlungen derselben ein Licht werfen.

Es ist nun eine auffallende Thatsache, dass Bilder, welche an die oben aufgezählten Befunde Anklänge zeigen, uns zunächst in den

1) Neue Beitr. z. Frage d. Chrom. Red., Tab. 7 u. 8.

2) Es handelt sich um die „Bereitschaftsstellung" der ersten Richtungsspindel, d. h. um denjenigen Zustand des Eies, in welchem dasselbe bei den Copepoden, wie überhaupt bei zahlreichen anderen Formen, befruchtet zu werden pflegt.

3) O. van der Stricht, De l'origine de la figure achromatique de l'ovule en mitose chez le *Thysanozoon Brocchi*. Verh. Anat. Ges., 1894.

4) F. M. Mac Farland, Celluläre Studien an Mollusken-Eiern. Zool. Jahrb. (Abt. f. Anat.), Bd. 10, 1897.

Grenzgebieten der beiden Organismenreiche, bei den Einzelligen und bei den Pilzen, in den Weg treten.

Jene Entwicklungsphasen der ersten Richtungsspindel von *Cyclops* z. B., in welchen der innere Boden der Tonne von einer im optischen Durchschnitt sichelförmigen Plasmahaube bedeckt ist, können äußerlich mit den Bildern verglichen werden, welche durch R. Hertwig, Schewiakoff, Brauer und neuerdings namentlich durch Schaudinn[1]) für die Teilungen verschiedener Rhizopoden und Heliozoen bekannt geworden sind. Ich will jedoch dabei nicht länger verweilen, da weder dort, bei *Cyclops*, noch hier über die Natur und Bildung dieser Polplatten oder Polhauben etwas Näheres gesagt werden kann.

Gehen wir über zu den aus schmal-spindligen Faserbündeln zusammengesetzten Garbenformen, wie sie uns bei *Ascaris* und — in etwas abweichender Form — bei *Cyclops* entgegentreten, so zeigen dieselben eine auffallende Aehnlichkeit mit einem Vorkommnis bei einem Pilze, nämlich bei der Entomophthoree *Basidiobolus ranarum*. Auch hier handelt es sich um eine vorbereitende Teilung und zwar ist es derjenige Teilungsakt, welchen die beiden zwei benachbarten Mycel-Zellen angehörenden Kopulations-Kerne vor ihrer Vereinigung ausführen. Fairchild[3]) schildert diese Spindel folgendermaßen (Fig. *U*): sie scheint aus Faserbündeln aufgebaut zu sein, die nicht immer gerade laufen, sondern nach den Polen in Büscheln konvergieren, welche den Anschein einer Vielpoligkeit der Spindel erwecken. „Jedes dieser Büschel endigt in einem bestimmten, sich stärker färbenden Körper; ob wir es hier mit Centrosomen zu thun haben, vermag ich nicht zu entscheiden".

Es wird wohl niemand die auffallende, beinahe Punkt für Punkt giltige Aehnlichkeit dieser Schilderung mit der obigen Beschreibung der garbenförmigen *Ascaris*- und *Cyclops*-Spindeln von sich weisen können.

Steigen wir nun von den Grenzgebieten der beiden Reiche wieder aufwärts und wenden uns den höheren Pflanzen zu, so treffen wir hier bei der Reifung der Geschlechtsprodukte auf Vorkommnisse, welche Anklänge an die früher beschriebenen zeigen und bei welchen sich die Entstehung und die Bedeutung der Bildungen annähernd sicher feststellen lässt.

---

1) F. Schaudinn, Ueber die Teilung von *Amoeba binucleata* Gruber. Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde, Berlin, 1895.

2) F. Schaudinn, Ueber die Kopulation von *Actinophrys sol* Ehrbg. Sitzungsber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss., 1896.

3) D. G. Fairchild, Ueber Kernteilung und Befruchtung bei *Basidiobolus ranarum*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 30, 1897 (Cytol. Stud. a. d. Bonner Bot. Inst.) S. 136.

Schon seit längerer Zeit ist den Botanikern das Vorkommen drei- und mehrpoliger Spindelanlagen bekannt gewesen[1]) und Belajeff[2])

Fig. *W*. *Lilium candid.*, männl. (Mottier).

hat speziell für die Pollenmutterzellen von *Larix* und *Lilium* die Vermutung ausgesprochen, dass es sich um Uebergangsstadien handle, welche unter Verschmelzung der Pole zur Bildung der zweipoligen Spindel führen. Mottier[3]) hat die Richtigkeit dieser Ansicht für die Pollenmutterzellen verschiedener Phanerogamen feststellen können und gleichzeitig darauf hingewiesen, dass die vier- und dreipoligen Stadien verhältnismäßig längere Zeit dauern als die mit noch zahlreicheren Polen[4]) (vergl. Fig. *W*).

Ebenso entsteht bei der Teilung der Sporenmutterzellen von *Equisetum* nach Osterhout[5]) zunächst eine vielpolige Spindel (Fig. *V*). Es können häufig mehr als 12, ja sogar mehr als 20 Pole ausgebildet werden, jedoch kommt es schließlich durch Zusammenrücken und Verschmelzung zur Bildung einer zweipoligen Spindel.

Auch bei den Sporenmutterzellen mehrerer Lebermoose konnte Farmer[6]) die Bildung einer vierpoligen Spindel und die paarweise Verschmelzung der Pole vor Beginn der Teilung beobachten. In einzelnen Fällen, so bei *Pellia*, kann die vierpolige Spindel noch während des ersten Teilungsaktes fortbestehen. Obgleich jedoch der Zellkörper, entsprechend den vier künftigen Enkelzellen, bereits eine Zerlegung in vier Lappen zeigt und obgleich die vier Pole der Spindel häufig auf diese vier Lappen verteilt sind, findet keine gleichzeitige Teilung des Kerns in die vier Enkelkerne statt, vielmehr zeigt es sich, dass „the four spindle-arms when present act in pairs“[7]). Dieser Fall führt dann offenbar hinüber zu den Vorkommnissen bei *Pallavicinia*, wo nach Farmer[8]) eine gleichzeitige Teilung des Kerns in die vier Enkelkerne erfolgt.

1) Vergl. Mottier, l. c., S. 22.
2) Zur Kenntn. d. Karyok. b. d. Pfl., S. 5 u. 9.
3) l. c., S. 22.
4) l. c., S. 25.
5) Entst. d. karyokin. Spind. b. *Equis*, S. 8.
6) Spore-Form. *Hepat.*, S. 474 u. a. a. O.
7) l. c., S. 500.
8) J. B. Farmer, Studies in *Hepaticae*. Ann. of Bot., Vol. 8, 1894.

Bei den vorhin erwähnten Gefäßpflanzen (Phanerogamen und Gefäßkryptogamen) zeigt übrigens, wie aus den Angaben von Mottier[1]) und Osterhout[2]) hervorgeht, auch die zweite Teilung der Reifungsphase, sowohl, was die Entstehung, als auch was den Bau der achromatischen Figur anbelangt, im Allgemeinen die nämlichen Verhältnisse, wie die erste Teilung.

Blicken wir nun auf die für die höheren Pflanzen gemachten Angaben zurück, so lässt sich wohl kaum verkennen, dass auch hier wieder, wie bei den Einzelligen und Pilzen, einzelne der Bilder, so z. B. Osterhout's Fig. 12 (Fig. *V*) oder Mottier's Fig. 11 (Fig. *W*), in vielen Punkten den Bildern bei *Ascaris* und *Cyclops* entsprechen.

Nicht nur die allgemeine Gestalt der „Garben", ihre Zusammensetzung aus einzelnen Bündeln und das Auslaufen dieser Bündel in gesonderten Spitzen, wie es, hier wie dort, bald in mehr, bald in weniger ausgeprägter Weise zu beobachten ist, sondern auch der Charakter dieser Gestaltungen als einer Durchgangsphase[3]) und ihr übereinstimmendes Vorkommen zu Beginn der ersten und zweiten Reifungsteilung weisen darauf hin, dass hier wiederum eine jener merkwürdigen Konvergenzen zwischen beiden Organismenreichen vorliegt.

Es würde gewiss von großem Interesse sein, durch ausgedehnte vergleichende Untersuchungen diesen Uebereinstimmungen näher zu treten und von dieser Grundlage aus den physiologischen und biologischen Sinn der Erscheinungen zu erörtern.

Nicht ohne Bedeutung würde dabei die Thatsache sein, dass die Garben- und Tonnenformen der Reifungsteilungen der Metazoen und Metaphyten ihr einziges wirkliches Gegenstück bei den Teilungsvorgängen der Einzelligen und Thallophyten, und zwar hauptsächlich wieder bei den „vorbereitenden" Teilungen, finden[4]). Man würde so vielleicht dazu geführt werden, den Begriff des „Atavismus" in die Frage hereinzutragen.

Der Gedanke an eine „atavistische" Erscheinung wird auch noch durch eine andere Beobachtungsreihe erweckt, nämlich durch die Thatsache, dass bei den Lebermoosen das Auftreten vierpoliger Spindeln unter Umständen mit einer simultanen Vier-Teilung der Sporen-Mutterzellen zusammenfallen kann (*Pallavicinia*), während in andern

1) l. c., p. 9.

2) l. c., p. 39.

3) Auch für die Richtungsspindeln des *Amphioxus* giebt Sobotta soeben (Die Reifung und Befruchtung des Eies von *Amphioxus lanceolatus*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 50, 1897, S. 31) an, dass die „Form mit offenen Polen" ein früheres Entwicklungsstadium der Formen mit „geschlossenen" Polen darstelle.

4) Vergl. die vorbereitende Teilung der konjugierenden Kerne von *Basidiobolus* (Fairchild) und die Richtungskörperbildung bei *Actinophrys* (Schaudinn).

Fällen eine Rückbildung der vierpoligen Spindel und eine Verteilung des Vierteilungsprozesses auf zwei hintereinander folgende Teilungsakte zu beobachten ist. Allem nach scheint es hier das Natürliche zu sein, anzunehmen, dass der erste Fall ein ursprüngliches, die letzteren ein sekundäres, gewissermaßen atavistisches Verhältnis darstellen. Wenn wir daher sehen, dass auch bei der Reifung der Metazoen und Metaphyten vielpolige Spindeln aus- und wieder zurückgebildet werden, so würde man vielleicht auch hier an eine sekundäre, „atavistische" Erscheinung denken dürfen.

Wie es sich aber auch mit dem atavistischen Charakter jener Bilder verhalten mag, so viel dürfen wir jedenfalls sagen, dass bei den Reifungsvorgängen sehr vieler Formen der vorübergehende Uebergang der achromatischen Figur in ein mehrpoliges Stadium als eine normale, physiologische Erscheinung betrachtet werden darf. Man wird sich daher auch hüten müssen, in den Fällen, wo mehrpolige Phasen in mehr unregelmäßiger Weise oder ausnahmsweise auftreten, so z. B. bei den Samen-Mutterzellen von *Salamandra*, ohne Weiteres von pathologischen Vorkommnissen zu sprechen. Denn wer will beweisen, dass nicht auch hier nachträglich eine retrogressive Umwandlung des vielpoligen Stadiums in ein zweipoliges stattfinden kann?

Offenbar ist die Neigung zur Pluripolarität bei der Reifungsspindel der Metazoen und Metaphyten vorhanden: in den einen Fällen scheint dieselbe in regelmäßiger Weise aufzutreten, in andern jedoch bedarf es vielleicht nur eines geringen, durch irgend welche äußere Faktoren gegebenen Reizes, um jene Pluripolarität ausnahmsweise hervorzurufen, gleichzeitig aber auch dieselbe durch eine retrogressive Umwandlung zu korrigieren.

4. Charakter der ersten Reifungsteilung.

Beziehungen zum heterotypischen Teilungsmodus. Es wurde schon oben, als von dem Stadium der „Diakinese" die Rede war, darauf hingewiesen, dass die Bilder, welche die zur Teilung sich vorbereitenden Chromatinelemente in den verschiedenen Kategorien der Keim-Mutterzellen zeigen, in vieler Hinsicht sich entsprechen. Die Uebereinstimmungen, welche speziell die tierischen Ei- und Samenmutterzellen und die Embryosack- und Pollenmutterzellen zeigen, sind im Wesentlichen folgende: frühzeitiges Auseinanderweichen der Spalthälften, Bildung von Ring- und Ueberkreuzungsfiguren, starke Verkürzung und Verdichtung der Elemente vor der Einstellung in den Aequator.

Während also in den vorbereitenden Phasen eine gewisse Gleichartigkeit der Bilder ohne weiteres zu erkennen ist, macht sich ein derartiger einheitlicher Typus während der eigentlichen

Teilung keineswegs auf den ersten Blick bemerklich. Immerhin scheinen aber die Beobachtungen und Erörterungen der letzten Jahre wenigstens einen Punkt immer schärfer hervortreten zu lassen, nämlich die nahen Beziehungen, welche die erste Reifungsteilung der tierischen und pflanzlichen Geschlechtsprodukte zum „heterotypischen" Teilungsmodus Flemming's zeigt.

Erste Reifungsteilung.

Tierischer Typus.

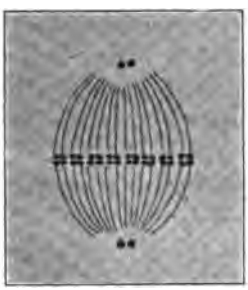


Fig. X. Marine Copepoden, weibl. (vom Rath).

Fig. Z. *Allium*, männl. (Ischikawa).

Fig. BB. *Pteris*, Spor. (Calkins).

Pflanzlicher Typus.

Fig. Y. *Larix*, männl. (Belajeff).

Fig. AA. *Prostheceraeus*, weibl. (v. Klinckowström).

Fig. CC. *Thysanozoon*, weibl. (eig. Präp.).

Schon vor längerer Zeit, ehe noch die betreffenden pflanzlichen Stadien genauer bekannt waren, machte ich den Versuch[1]), die Vorstadien der tierischen Ei- und Samenreife, mit Rücksicht auf die vorbereitenden Veränderungen der Chromatinelemente und auf ihre Zahlenverhältnisse, zum heterotypischen Schema in Beziehung zu bringen. Botanischerseits wurde durch Miss Sargant[2]), sowie Farmer und Moore[3]) gezeigt, dass die erste Teilung der Embryosack- und Pollenmutterzellen im Wesentlichen dem in Salamanderhoden vorkommenden heterotypischen Modus entspricht.

Wenn schon in diesem doppelten Vergleich ein Hinweis auf eine gewisse Homologie der tierischen und pflanzlichen Bilder liegt, so ergeben sich noch deutlichere Beziehungen bei einer speziellen Betrachtung der einzelnen Vorkommnisse, im besondern der Aster- und metakinetischen Phasen.

Fasst man die Gesamtheit der bisherigen Beobachtungen auf der einen und auf der andern Seite ins Auge, so ergibt sich allerdings zunächst, dass die Hauptmasse der tierischen Objekte gewissermaßen auf einem, die der pflanzlichen auf dem andern Flügel steht. Aber die beiden Flügel sind durch eine gut zusammenhängende Reihe von Uebergangsformen miteinander verbunden, und es wird sich im Folgenden zeigen, dass der „tierische" Typus auch unter den Pflanzen, der „pflanzliche" auch unter den Tieren vorkommt.

Betrachten wir zunächst die beiden sozusagen extremen Vorkommnisse. Wenn es erlaubt ist, auch hier wieder diejenigen zoologischen Beobachtungen zum Ausgangspunkt zu nehmen, welche sich um *Gryllotalpa* und die Copepoden gruppieren, so würde als ein besonders häufiges und charakteristisches Bild die „Bereitschaftsstellung" der ersten Richtungsspindel[4]), beziehungsweise das ihr entsprechende Aequatorialplatten-Stadium der ersten Teilung der Samenreife zu erwähnen sein: die stark verdichteten und verkürzten Chromatin-Elemente („Viergruppen" oder „Vierstäbchen") sind im Aequator in einer oder zwei Ebenen angeordnet und verharren in diesem Kontraktionszustand und in dieser Stellung geraume Zeit, bis das eigentliche dicentrische Auseinanderweichen der Elemente erfolgt (Fig. *X*).

Bei den höheren Pflanzen dagegen kommen die metakinetischen Phasen, in denen das allmähliche Auseinanderrücken der Spalthälfte erfolgt, verhältnismäßig häufig zur Darstellung und dürften daher einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen; eine Vierwertigkeit der Elemente ist nicht ohne weiteres zu erkennen, vielmehr zeigen

1) Die heterotype Kernt. im Cykl. d. gen. Z., 1892, S. 175 ff.

2) Some Details of the First Nucl. Div., 1895, p. 286, sowie deren spätere Schriften.

3) On the essent. Similar., 1895.

4) Vergl. S. 726, Anm. 2.

die Bilder die verschiedenen Doppel-*V*-, Doppel-*Ω*-[1]) und Kreuz-Figuren, deren Entstehung, Bedeutung und Schicksal durch die gemeinsamen Bemühungen mehrerer botanischer Autoren in der letzten Zeit völlig klargelegt worden ist (Fig. *Y*).

Dies in ganz rohen Zügen das Bild der ersten Spindel im Tier- und Pflanzenreich. Wie gesagt, fehlt es aber nicht an zahlreichen Uebergangsformen, welche in der vorhin angedeuteten Weise den Tier- und Pflanzen-Typus der ersten Reifungsspindel miteinander in Verbindung bringen.

Pflanzliche Bilder, welche direkt an die *Gryllotalpa*- und Copepoden-Präparate erinnern, hat z. B. ganz neuerdings Ischikawa für *Allium* abgebildet[2]) (Fig. *Z*), und ebenso gab Calkins[3]) für die erste Teilung der Sporenmutterzellen der Pteridophyten Bilder, welche wohl jeder, der ihre Herkunft nicht kennt, zunächst den Arthropoden zusprechen würde (Fig. *BB*).

Auf der andern Seite finden sich z. B. bei den Seeplanarien echte heterotypische Figuren, wie man sie etwa bei den Liliaceen antrifft. So hat Klinckowström[4]) echte metakinetische Stadien mit allen möglichen längsgestreckten Ring- und Kreuzfiguren abgebildet (Fig. *AA*) und ebenso ein etwas späteres Stadium, in dem diese Figuren bereits einen einseitigen Durchbruch im Aequator erfahren haben. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, von einer Reihe von Seeplanarien [*Thysanozoon*, *Cycloporus*, *Leptoplana*[5])] die Reifungs- und Befruchtungsstadien zu untersuchen und habe speziell bei *Thysanozoon* Bilder gefunden, welche bezüglich der Beschaffenheit der Chromatin-Elemente der Klinckowström'schen Darstellung vollkommen entsprechen (Fig. *CC*). Aehnliches hat Mac Farland bei einem Opisthobranchier (*Diaulula*) angetroffen[6]), und dass ein außerordentlich reger Konnex zwischen derartigen Figuren und den echten Vierergruppen besteht, geht aus der Arbeit Moore's über die Spermatogenese der Elasmobranchier[7]) hervor. Moore, im Uebrigen ein Gegner der von Rückert, vom

1) Vergl. Moore, Struct. Changes Repr. Cells Elasmobr., p. 289.

2) Entw. d. Pollenk. v. *Allium*, Fig. 50—70.

3) Chrom.-Red. *Pteridoph.*, Fig. 11 u. 20.

4) A. von Klinckowström, Beiträge zur Kenntnis der Eireifung und Befruchtung von *Prostheceraeus vittatus*. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 48, 1897, Fig. 4—6.

5) Das meiste Material habe ich dieses Frühjahr in Neapel gesammelt. — *Cycloporus papillosus* legte in den Aquarien in der zweiten Hälfte des März, eine *Leptoplana*-Species zu Anfang April reichlich Eier ab. Einen Teil des *Thysanozoon*-Materiales verdanke ich der Güte des Herrn Kollegen van der Stricht, welcher sich in freundlicher Weise mit der Veröffentlichung der obigen Figur (Fig. *CC*) einverstanden erklärt hat.

6) Cell. Stud. an Moll.-Eier, Fig. 25.

7) Struct. Changes Repr. Cells Elasm., Fig. 43—47.

Rath und mir vertretenen Auffassungen, hat einen direkten Uebergang heterotypischer Bilder aus echten Vierergruppen, welche durchaus an die Vorkommnisse bei Arthropoden erinnern und nach Moore's Beobachtungen auch die nämliche Entstehung zeigen, in der schönsten Weise zur Darstellung gebracht[1]) (Fig. *DD* u. *EE*).

Fig. *DD*. *Pristiurus*, männl. (Moore).

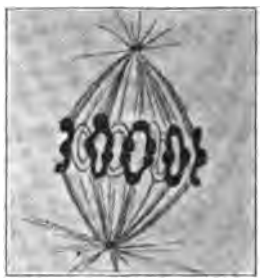


Fig. *EE*. *Pristiurus*, männl. (Moore).

In diesen wechselseitigen Beziehungen scheint mir wiederum ein deutlicher Hinweis auf die Homologie der verschiedenen Formen der Keim-Mutterzellen zu liegen. Es tritt dieselbe umsomehr hervor, wenn man bedenkt, dass echte Vierergruppen bis jetzt noch in keiner andern Zellkategorie zur Beobachtung gelangt sind.

Metakinetische Streckung der Chromatin-Elemente. In denjenigen Fällen, in welchen bei zoologischen Objekten nicht bloß die Asterstadien, sondern auch die späteren Phasen zur Darstellung gekommen sind, zeigt sich mitunter während der Metakinese eine ebensolche Streckung und Verdünnung der Elemente, wie sie bei der Teilung der Pollen- und Embryosackmutterzellen, z. B. bei den Liliaceen, in regelmäßiger Weise vorzukommen scheint[2]).

Eine derartige „metakinetische Streckung" der Elemente, welche sich zwischen die „astrale" und „dyastrale Verkürzung"[3]) einschiebt, ist z. B. bei den Eiern von *Cyclops brevicornis* zu beobachten. Aehnliche Bilder kommen nach vom Rath bei der Eireifung mariner Copepoden[4]), nach v. Klinckowström[5]) und nach eigenen Beobachtungen bei derjenigen der Seeplanarien vor.

Diese Vorkommnisse werfen vielleicht auch ein Licht auf die Beobachtungen Korschelt's am *Ophryotrocha*-Ei. Neben ersten Richtungsspindeln mit körnchenförmigen Chromosomen fand nämlich Korschelt[6]) auch

1) Moore hat auf das von ihm (Fig. 43) abgebildete Stadium mit typischen Vierer-Ringen (vergl. Fig. *DD*) bei seinen theoretischen Auseinandersetzungen keine weitere Rücksicht genommen.

2) Vergl. z. B. Belajeff, Zur Kenntn. d. Karyok., Fig. 8, und Sargant, Format. Sex. Nucl. in *Lil. Mart.*, I, Fig. 23.

3) Ueber d. Selbst. d. vät. u. mütt. Kernbest., S. 586, Fig. 15—16.

4) Neue Beiträge z. Frage der Chrom. Red., Fig. 37—38.

5) l. c., Fig. 6.

6) l. c., S. 611 ff., Fig. 128—139.

solche, bei denen die Chromosomen die Gestalt hufeisenförmiger Schleifen hatten, und zwar zeigten die betreffenden Spindeln stets schon das Tochtersternstadium. Korschelt kommt daher zu dem Schluss, dass die hufeisenförmigen Kernschleifen der Tochterplatten aus den Körnern der Aequatorialplatten hervorgehen, glaubt jedoch, dass es sich um eine außergewöhnliche Erscheinung, um ein Zurückfallen in die früheren ursprünglichen Verhältnisse handle.

Man kann dieses Stadium mit schleifenförmigen Chromosomen als ein Vorkommnis betrachten, welches der „metakinetischen Streckung" bei andern Formen entspricht. Der Korschelt'schen Darstellung zur Folge könnte man auch daran denken, dass dieses Stadium auch bei *Ophryotrocha* nicht bloß eine Folgephase der Aequatorialplatte mit körnchenförmigen Chromosomen darstellt, sondern unter Umständen auch wiederum ein Dyasterstadium mit körnchenförmigen Elementen, wie es z. B. in Fig. 100 u. 102 dargestellt ist, aus sich hervorgehen lässt, dass es sich also in mehr regelmäßiger Weise als „metakinetische Streckung" zwischen die „astrale" und „dyastrale" Verkürzung einschiebt[1]).

Allgemeine Zahlenverhältnisse. „Normalzahl". Die Mehrzahl der Autoren, welche den Ausdruck „Normalzahl", „typische Zahl" gebrauchen, wird wohl zur Zeit diejenige Zahl der Chromatinelemente darunter verstehen, welche bei einer bestimmten Tier- und Pflanzenspecies durch Zerlegung des Chromatinfadens im Maximum gebildet wird. Man könnte auch sagen, der Chromatinfaden zeigt bei der Teilung die Tendenz, sich in die der Species zukommende „Normalzahl" zu zerlegen.

Diese Fassung des Begriffes „Normalzahl" dürfte historisch durchaus begründet sein. *Salamandra maculosa* war bekanntlich das erste zoologische Objekt, bei welchem die Konstanz der Chromosomenzahl in den verschiedenen Geweben des erwachsenen Tieres, sowohl in Epithelien als im Bindegewebe, festgestellt werden konnte: diese Zahl beträgt „24". Alle Autoren, welche sich auf dieses Objekt berufen, haben auch unbedenklich dem Salamander die „Normalzahl" 24 zuerkannt, trotzdem während der Spermatogenese (nach vom Rath bei der Teilung der Ursamenzellen) und in larvalen Geweben Mitosen mit nur zwölf Elementen auftreten[2]).

Da wir nun einmal in den Untersuchungen am Salamander eine ganz unzweideutige, historisch begründete Basis für die Zählungen haben, so scheint es mir nur folgerichtig zu sein, wenn man auch bei

1) Ich habe bei verschiedenen tierischen Eiern den Eindruck gewonnen, dass die Anzahl der in der Reifungsperiode sich folgenden, durchaus verschiedenartig aussehenden Phasen eine viel größere ist, als man anzunehmen geneigt ist, dass aber trotzdem von jedem einzelnen Ei die ganze Folge in regelmäßiger Weise durchlaufen wird. Ich glaube, dass man sich gerade hier außerordentlich in Acht nehmen muss, auffällige Bilder als „abnorm" zu betrachten.

2) O. vom Rath, Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von *Salamandra maculosa*. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 57, 1893, S. 106, Anm. 1.

anderen Formen bei Bestimmung der Normalzahl nach derselben Richtschnur verfährt, d. h. in erster Linie von den somatischen (nichtgeschlechtlichen) Zellen erwachsener Tiere ausgeht. vom Rath[1]) und ich[2]) haben uns seit mehreren Jahren an diese Regel gehalten, und, so viel ich den betreffenden Arbeiten entnehmen kann, haben auch Rückert und andere Autoren das Wort „Normalzahl" in demselben Sinn gebraucht.

Die „Normalzahl" würde also, um es kurz zusammenzufassen, die in den somatischen Zellen der erwachsenen Tiere auftretende Chromosomenzahl sein, sie beträgt im Allgemeinen das Maximum der von der betreffenden Species überhaupt erreichten Zahl, während die im generativen Zellen-Cyklus, ferner bei der Furchung (*Cyclops brevicornis*) und in larvalen Geweben (*Salamandra*) beobachteten niedrigeren Zahlen bei der Aufstellung der Normalzahl erst in zweiter Linie in Betracht kommen dürfen.

Diese Definition ist, wie gesagt, nicht nur historisch genügend begründet, sondern sie gibt den Zählungen in den verhältnismäßig nicht häufigen Fällen, in welchen solche überhaupt leicht auszuführen sind[3]), eine sichere Grundlage.

Von dem erwähnten Sprachgebrauch weicht, wie ich hier bemerken will, Korschelt insofern ab, als er sich bei Bestimmung der Normalzahl von *Ophryotrocha* u. a. auf die Verhältnisse bei der Samen- und Eibildung und bei der Eifurchung stützt und von den beiden, in Embryonal- und Larvenstadien nebeneinander vorkommenden Zahlen „4" und „8" die kleinere als typisch betrachtet. Ich habe selbst die Embryonen und Larven[4]) von *Ophryotrocha* auf diesen Punkt zu untersuchen Gelegenheit gehabt und habe die Erfahrung gemacht, dass die Vierzahl der Elemente in den ektodermalen und ento-mesodermalen Geweben der Embryonen und im Körperepithel der Larven nicht selten vorkommt, dass sich aber in mindestens ebenso vielen sicheren Fällen daselbst die Achtzahl nachweisen lässt. Es scheinen mir daher die Verhältnisse bei *Ophryotrocha* sich ziemlich genau den bei *Cyclops brevicornis* beobachteten anzuschließen, wo die kleinere Zahl in den ersten Furchungsstadien zunächst in allen Blastomeren vorkommt, später aber sich mehr und mehr auf gewisse Elemente, im

1) l. c., S. 118, Anm.

2) V. Häcker, Ueber generative und embryonale Mitosen, sowie über pathologische Kernteilungsbilder. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 43, 1894, S. 763 unten.

3) Ich glaube, dass bei den meisten Objekten überhaupt nur Polansichten des Asterstadiums und Querschnitte durch die Tochterschleifengruppen des Dyasterstadiums sichere Zählungen ermöglichen. Seitenansichten der Dyaster werden in vielen Fällen eine zu geringe Zahl vortäuschen.

4) Im Speziellen ist mir auch das Larvenstadium mit elf parapodientragenden Segmenten, welchem die Korschelt'schen Figuren 6 u. 7 entnommen sind, vorgelegen.

Fall von *Cyclops* auf die Keimbahn, beschränkt, während die übrigen Zellen zur größeren Zahl („Normalzahl") abfallen[1]).

Geht man von der obigen Definition der „Normalzahl" aus, so lässt sich, wie seit Boveri's Untersuchungen mehr und mehr zu Tage getreten ist und wie neuerdings z. B. auch von Wilson angegeben wird als Regel aussprechen, dass die Zahl der „primären" Chromatinkörper (Vierergruppen, Viererstäbe, Ringe, Tetraden) bei ihrem ersten Auftreten im Keimbläschen und im Kern der Samen-Mutterzelle die Hälfte der Normalzahl beträgt („is one-half the usual number of Chromosomes").

Ganz dieselbe Regel gilt nun auch für die höheren Pflanzen. Für die Pollen- und Embryosackbildung der Liliaceen ist dieses Verhältnis bereits durch Guignard's Untersuchungen[2]) bekannt geworden und alle neueren Forscher — ich nenne nur Sargant, Dixon, Ischikawa — haben dasselbe für die Lilien und andre Phanerogamen immer wieder bestätigt. Danach beträgt die Anzahl der in der Pollen- und Embryosackmutterzelle auftretenden längsgespaltenen Elemente die Hälfte der in den vegetativen Zellen gefundenen, höchsten Chromosomenzahl. Ebenso finden sich nach Calkins in den Sporenmutterzellen der Farne nur halb so viel Tetraden vor, als in den vorhergehenden Teilungen Chromosomen aufgetreten waren.

Für die zusammengesetzten Chromatinkörper, welche in verschiedenen, durch mannigfache Uebergänge miteinander verbundenen Formen bei der Teilung der tierischen und pflanzlichen Keim-Mutterzellen auftreten, lässt sich also als gemeinsame Regel angeben, dass ihre Zahl die Hälfte der „Normalzahl" beträgt.

Die Scheinreduktion bei der ersten Reifungsteilung. Die Beobachtungen vom Rath's, Rückert's und meine eigenen bei *Canthocamptus* und *Cyclops brevicornis* gewonnenen Bilder haben zu den übereinstimmenden Ergebnis geführt, dass die zusammengesetzten Chromatin-Elemente, welche bei den betreffenden Objekten zu Beginn der ersten Reifungsteilung auftreten, vierwertig sind und der Formel $\frac{a\ b}{a\ b}$ entsprechen[3]). Ich erinnere an die aus vier Kugel-

1) Als Konsequenz würde sich ergeben, dass auch bei der ersten Reifungsteilung von *Ophryotrocha* die an die Pole rückenden Schleifen zweiwertig sind, wie dies bei andern Formen als Regel angenommen werden darf.

2) L. Guignard, Nouvelles études sur la fécondation, Ann. sc. nat., Bot., Sér. 7, T. 14, 1891, S. 255.

3) Heißen die im Chromatinfaden hintereinander folgenden Segmente *a*, *b*, *c* . . ., so wird der längsgespaltene Chromatinfaden sich durch $\left\{\begin{matrix} a, b, c \ldots \\ a, b, c \ldots \end{matrix}\right\}$ darstellen lassen und die Formel für eine Vierergruppe ist $\left\{\begin{matrix} a, b \\ a, b \end{matrix}\right\}$ (das Keimbläschen, I. Teil, 1893, S. 464).

[illegible] Pflanzen.

[illegible] ergekerbten [illegible] Darstellungen geht der [illegible] mit Sicherheit her- [illegible] von Moore[1]) ab- [illegible] die gleiche Ent- [illegible] zeigen, zwei [illegible] also bei diesen [illegible] Chromatin- [illegible] und nicht [illegible]

[illegible] demselben Schlusse [illegible]

[illegible] Urgenitalzellen [illegible] Normalzahl von [illegible] nachträgliche Quer- [illegible] zwei Stäbchen ge- [illegible] betreffenden [illegible] vorhanden sei. [illegible] mit den Ele- [illegible] die Vierer- [illegible] mosomen dar- [illegible]

[illegible] verschiedene Gründe [illegible] Chromatinkörpern der [illegible] Chromosomen [illegible] also auch hier [illegible] vorausgegangene Reduk- [illegible]

[illegible] ns für die [illegible] die Pollenbildung [illegible] ungezwungensten [illegible] Da nun aber die [illegible] z. B. bei den [illegible] zeigen, da die [illegible] Uebergangs- [illegible] keit einer Ver- [illegible]

[illegible] Moore (Essent. [illegible] nach bei der Auf- [illegible] dogmatischen Glauben [illegible] lassen. Vergl. die [illegible]

2. Schon Guignard hatte für die Liliaceen festgestellt, dass der untere (chalazale) der beiden Kerne, welche durch Teilung des Embryosackkerns entstehen, nicht 12, sondern häufig 16, 20, ja selbst 24 Chromosomen zeigt, trotzdem sein Mutterkern (der primäre Embryosackkern) und ebenso sein Schwesterkern (der mikropylare Kern) nur 12 Chromosomen aufweist [1]).

Nach einer schon von Boveri [2]) aufgestellten Regel differenzieren sich aber bei der Kernteilung ebenso viel Chromosomen aus dem Kerngerüst heraus als in die Bildung desselben eingetreten waren. Dreht man diesen Satz um, so würde sich ergeben, dass sich aus der Zahl der bei der folgenden Teilung hervortretenden Chromosomen die Zahl der in das Kerngerüst eingegangenen Elemente entnehmen lässt. Kommen also bei der Teilung des chalazalen Kerns 24 Chromosomen zum Vorschein, so müssen auch 24 Chromosomen in das Kerngerüst eingegangen sein: die zwölf bei der Teilung des Mutterzellkerns von den Tochterkernen übernommenen Elemente müssen also doppelwertig (bivalent) sein.

3. Dixon [3]) hat für die Teilung der Pollenmutterzelle von *Lilium longiflorum* die Angabe gemacht, dass sich die Chromatinschleifen bei der dicentrischen Wanderung in ihre zwei Schenkel zerlegen, er hat also hier genau die nämliche Thatsache gefunden, welche bei der Teilung der Urgenitalzelle von *Cyclops* festzustellen ist und welche von mir im Sinn einer Zweiwertigkeit der Elemente gedeutet worden ist [4]).

„Finally, at the poles, or before the V-shaped chromosomes have reached the poles, they each break into two portions lying parallel to one another, and representing the legs of the V". Dixon gelangt auch zu der nämlichen Deutung: I think it probable that each of the chromosomes into which the nuclear thread of the pollen-mother-cells breaks, prior to karyokinesis, corresponds to two chromosomes of previous divisions".

Ischikawa [5]) giebt für die Pollenmutterzellen von *Allium* gleichfalls an, dass die V-förmigen Chromosomen, an den Polen angelangt, an ihren Umknickungsstellen durchbrechen.

---

1) Vergl. auch Miss Sargant, Format. Sex. Nucl., I, p. 471: „the chalazal nucleus exhibits from twenty-four to thirty-two chromosomes in its nuclear plate, though formed itself from the twelve chromosomes of the first division. The true explanation is still to be found". Da Sargant auf die theoretischen Fragen, deren sie im ersten Abschnitt ihrer Arbeit gedenkt, nicht weiter zurückkommt, so ist nicht ersichtlich, ob sie an die obige Erklärung gedacht hat.

2) Th. Boveri, Zellenstudien III, Jen. Zeitschr., Bd. 24, 1890, S. 374.

3) Chrom. *Lil. longifl.*, S. 714.

4) Die heterotyp. Kernt. im Cykl. d. gen. Z., S. 170.

5) Stud. Reprod. Elem., III, p. 204.

Aehnliche Bilder finden sich auch in Miss Sargant's[1]) Arbeit über die Ovogenese von *Lilium Martagon* und sind schon von Wilson[2]) dahin gedeutet worden, dass es sich um einen nachträglichen Durchbruch der winkelförmigen Schleifen handle. Die Verfasserin wehrt sich nun freilich gegen diese Deutung[3]), giebt aber auch in ihrer neueren Arbeit über die Pollenbildung der gleichen Pflanze wiederum Bilder, welche sehr gut mit den Befunden Dixon's und Ischikawa's im Einklang stehen[4]).

In Bezug auf letztere lässt sich Folgendes sagen: Setzt sich wirklich der Chromatinfaden aus einer bestimmten Anzahl von selbständigen Chromatin-Einheiten zusammen (Individualitäts-Hypothese), so würde der Vorgang der nachträglichen Spaltung oder, wie ich ihn nennen möchte, die Metalyse[5]) darauf hinweisen, dass die Gesamtheit jener Einheiten auch noch während der ersten Reifungsteilung vorhanden ist; darf man aber nur davon sprechen, dass der Faden aus strukturellen, gewissermaßen physikalischen Gründen überhaupt die Neigung hat, in eine bestimmte Anzahl von Teilstücken zu zerfallen, so würden die Beobachtungen Dixon's und Ischikawa's diese Tendenz gleichfalls in bester Weise illustrieren.

Wie man sich also auch das Verhältnis der Einzelchromosomen zum unzerlegten Fadenknäuel vorstellen mag, so viel dürfen wir wohl sagen, dass auch bei den höheren Pflanzen eine ganze Reihe von Erscheinungen zu Gunsten der Hypothese spricht, wonach beim ersten Teilungsvorgang der Reifungsperiode nur eine Schein-Reduktion besteht. Und zwar handelt es sich um lauter Thatsachen, welche die ältere, von Boveri stammende Reduktionshypothese nicht zu erklären im Stande ist: es sind dies die Zusammensetzung der Vierergruppen (*Allium*, Farne), das Wiederauftreten der „Normalzahl" im chalazalen Kern und die nachträgliche Spaltung der Elemente im Dyasterstadium („Metalyse"). Für diejenigen Forscher, welche sich gegenüber der Hypothese der Scheinreduktion ablehnend verhalten, erwächst also die Aufgabe, die Möglichkeit irgend einer andern Erklärung für die eben aufgezählten Erscheinungen anzudeuten[6]).

1) Form. Sex. Nucl. *Lil. Mart.*, I, Fig. 23—24.

2) The Cell. in Dev. a. Inh., p. 197.

3) E. Sargant, The Formation of the Sexual Nuclei in *Lilium Martagon*: II. Spermatogenesis, Ann. of Bot., V. II, 1897, p. 221, Postscr.

4) Form. Sex. Nucl. *Lil. Mart.*, II, Fig. 13—14.

5) Diesen Ausdruck habe ich in einem früheren Aufsatz (das Keimbl., I, S. 463) für die nachträgliche Zerlegung zweiwertiger Elemente in einem speziellen Fall angewandt. Vielleicht ist es zweckmäßig, ihn auf die oben besprochenen Vorkommnisse zu übertragen.

6) Vergl. hiezu die Versuche Moore's, bei der Behandlung des ganzen Problems den „profoundly fundamental character" der Synapsis in den Vordergrund zu rücken, Struct. Chang. Repr. Cells. Elasmobr., p. 311.

Im Hinblick auf das oben beigebrachte Thatsachenmaterial dürfte sich auch der Ausspruch Strasburger's nicht mehr ganz aufrecht erhalten lassen: „dass die in reduzierter Anzahl sich einstellenden Chromosomen doppelwertig seien, wird nur aus theoretischen Erwägungen angenommen, sie zeigen zunächst von dieser doppelten Zusammensetzung nichts. Morphologisch ist die Doppelwertigkeit somit nicht vorhanden, wenn sie auch physiologisch in der That von Anfang an zu bestehen scheint“ [1]). Die unter 1. und 3. genannten Punkte können, so viel ich sehe, sehr wohl als Anzeichen einer morphologischen Doppelwertigkeit gedeutet werden.

Schluss. Es wurde in diesem Aufsatze auf eine Reihe von Veränderungen hingewiesen, welche das Chromatin, die Nukleolarsubstanz und die achromatische Figur der ersten Reifungsteilung in einer großen Zahl von Fällen [2]) in einer bei Tieren und höheren Pflanzen übereinstimmenden Weise erfahren. Es scheint mir, dass die Gesamtheit der dabei hervorgetretenen Homologien geeignet ist, den im Eingang ausgesprochenen Satz zu begründen, wonach das Mutterzellenstadium und die darauf folgende erste Teilung der tierischen und pflanzlichen Geschlechtsprodukte als entsprechende Stadien aufgefasst werden dürfen und auf einen homologen biologischen Charakter hinweisen.

Welches die biologische Bedeutung dieser Phasen und überhaupt der Reifungsvorgänge ist, wird freilich erst dann in vollständigerer Weise beurteilt werden können, wenn über die bei der zweiten Teilung sich abspielenden Vorgänge eine größere Klarheit und Sicherheit geschaffen ist und der Wert der etwa bestehenden Aehnlichkeiten und Unterschiede genauer erkannt werden kann.

Dass auch bei den höheren Pflanzen während des zweiten Teilungsaktes Vorgänge besonderer Art sich vollziehen, darüber kann wohl nach den bisherigen Beobachtungen kein Zweifel bestehen und irgend ein Versuch, die zweite Teilung nach einem der geläufigen Schemata zu deuten, wird mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen haben. Die besonderen Zustände der chromatischen Substanz, welche mit der zeitlichen Verkürzung oder gänzlichen Unterdrückung des vorhergehenden Ruhezustands im Zusammenhang stehen, und die eigentümlichen metakinetischen Phasen lassen sich nicht ohne Weiteres mit den Schlagworten „Heterotypie“

1) Ueber Cytoplasmastrukt., S. 247.

2) Um jedem Missverständnis entgegenzutreten, möchte ich hinzufügen, dass es mir selbstverständlich fernliegt, in diesem Aufsatz eine Norm für die Entwicklung der Keim-Mutterzellen aufstellen oder gar abweichende Befunde für weniger typisch betrachten zu wollen. Die angeführten Beispiele sollen nur dazu dienen, den Eingangs zitierten Satz zu begründen.

und „Homöotypie“ erklären. Es darf auch nicht vergessen werden, dass bei der Pollenbildung die folgende dritte Teilung, aus welcher der generative und vegetative Kern des Pollenkerns hervorgeht nach den Angaben von Sargant[1]) und Ischikawa[2]) nicht nur durch einen längeren Zeitraum beziehungsweise einen vollständigen Ruhezustand, von der zweiten Teilung getrennt ist, sondern auch, wie aus

Zahlentafel von *Cyclops brevicornis*.

Fig. *FF*. Keimbläschen (12 Vierergruppen).

Fig. *GG*. 1. Richtungskörper (12 Schleifen).

Fig. *HH*. 2. Richtungsspindel (6 zusammengesetzte Elemente).

Fig. *JJ*. 1. Furchungsspindel (in jeder Hälfte 6 Schleifen).

2. Richtungsspindel.

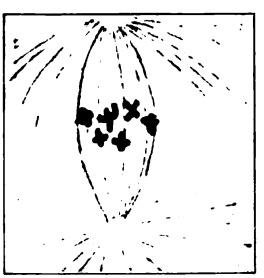


Fig. *KK*. *Prostheceraeus*, weibl. (v. Klinckowström).

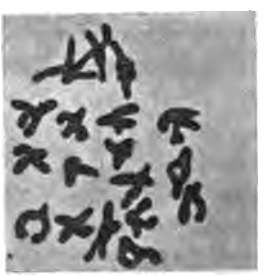


Fig. *LL*. *Hemerocallis*, männl. (Juel).

1) Form. Sex. Nucl. *Lil. Mart.*, II, p. 208.
2) Stud. Repr. El., III, p. 208.

Ischikawa's Figuren 122—132 hervorgeht, schon in einem frühen Spiremstadium in deutlichster Weise die Längsspaltung hervortreten lässt. Diese Verhältnisse, welche sich im Wesentlichen bei dem vierten Teilungsschritt[1]) wiederholen, lassen diese späteren Teilungsakte als typische, den gewöhnlichen Kernteilungen näher stehende Vorkommnisse erscheinen, während der besondere Charakter der zweiten Teilung durch diesen Gegensatz um so schärfer hervorgehoben wird. Scheint ja doch nach allen vorliegenden botanischen Berichten die Entscheidung darüber, ob vor der zweiten Teilung eine Längsspaltung auftritt oder ob eine solche fehlt, mit ganz außerordentlichen Schwierigkeiten und Unsicherheiten verknüpft zu sein, während sich der betreffende Vorgang bei der ersten, dritten und vierten Teilung ohne weiteres den Augen darzubieten scheint.

Alle diese Schwierigkeiten, welche mit dem zweifellos besonderen Charakter der zweiten Teilung verbunden sind, werden dem Beobachter noch deutlicher zum Bewusstsein gebracht, wenn man da und dort wieder plötzlich überraschende und handgreifliche Vergleichspunkte hervortreten sieht.

Ich möchte mit wenigen Worten auf einen Punkt aufmerksam machen, in welchem eine derartige, zunächst äußerliche Aehnlichkeit hervortritt:

Bei der Ovogenese von *Cyclops brevicornis*[2]) erhalten bei der ersten Teilung Eikern und erster Richtungskörper je zwölf Schleifen, wie sich namentlich gut im Richtungskörper, wo die Schleifen sehr bald eine lockere Verteilung zeigen, nachweisen lässt (Fig. *GG*). Eine Längsspaltung ist nicht festzustellen. In der Aequatorialplatte der zweiten Teilung treten dann sechs aus je zwei Schleifen zusammengesetzte Gebilde auf, welche nur durch Aneinanderlegung von je zweien jener zwölf Schleifen entstanden sein können (Fig. *HH*).

Bei der Seeplanarie *Prostheceraeus*[3]) erhält der Eikern bei der ersten Teilung 6 Elemente, welche zunächst die Gestalt von Hufeisen mit eng zusammenliegenden Schenkeln haben. Vor der zweiten Teilung findet eine Trennung der Schenkel im Schleifenwinkel statt: sie lagern sich dann zu einer kreuzförmigen Figur zusammen, welche nach der Formel $a><b$ zusammengesetzt zu sein scheint und außerordentlich an die Vorkommnisse bei *Cyclops* erinnert (Fig. *KK*).

---

1) „Ces éléments offrent de bonne heure les indices du dedoublement longitudinal", sagt Guignard von *Lilium Martagon*, und von demselben Objekt schreibt übereinstimmend Miss Sargant: „Longitudinal fission of the chromosomes is apparent at a comparatively early period in the history of the generative nucleus".

2) V. Häcker, Ueber d. Selbständ. d. vät. u. mütt. Kernbest., 1896, S. 586.

3) A. v. Klinckowström, l. c., 1897, S. 594.

Auf der anderen Seite beschreibt nun ein Schüler Strasburger's, Juel[1]), welcher sich mit der Pollenbildung von *Hemerocallis* beschäftigt hat, die Chromosomen der zweiten Teilung als zusammengesetzte Gebilde, die aus je zwei in verschiedener Weise zusammenhaftenden Stäbchen bestehen und welche äußerlich ebenso sehr von den längsgespaltenen Chromosomen gewöhnlicher Aequatorialplatten abweichen, als sie an die *X*- und *H*-Figuren bei *Cyclops* und *Prostheceraeus* erinnern (Fig. *LL*).

Neue, bisher unbearbeitete Objekte werden vielleicht einmal den Weg weisen, auf welchen man zu einer Verständigung und zu einer Aufklärung dieser äußerlichen Aehnlichkeiten gelangen kann.

Vielleicht ist auch die Zeit bereits gekommen, um bei einem der nächsten Kongresse die entscheidenden Präparate mit Nutzen zusammenstellen und einem größeren Kreis von Fachgenossen zur Beurteilung vorführen zu können.

Zusammenfassung.

I. Wachstumsperiode der Keim-Mutterzellen.

1. Frühzeitiger Eintritt der Kerne in das Knäuelstadium und lange Dauer desselben, häufig verbunden mit frühzeitiger Längsspaltung [Beispiele: *Canthocamptus* weibl., *Pristiurus* weibl. — *Larix* männl., *Lilium Martagon* weibl.; vergl. Fig. *A* u. *B*].
2. Vorübergehende Konzentrierung des Knäuels auf eine Seite des Kernraums, Synapsis" Moore's [Beispiele: *Ascaris* männl., *Canthocamptus* weibl. — *Lilium* männl., *Lilium* weibl. — *Pteris*; vergl. Fig. *C* u. *D*].
3. Verhältnismäßig frühzeitiger Eintritt und lange Dauer einer dem „segmentierten Knäuel" entsprechenden Phase, „Diakinese",
   lose Verteilung der Chromatin-Elemente,
   Neigung der Chromatin-Elemente zur wandständigen Lagerung, weites Auseinanderrücken der Schwesterfäden in den jüngeren Entwicklungsstadien, Bildung von Ring- und Ueberkreuzungsfiguren [Beispiele: *Pristiurus* weibl., Copepoden weibl. — *Lilium* männl., *Lilium* weibl.; vergl. Fig. *E* bis *H*],
   außerordentliche Zusammenziehung und Massenverdichtung der Chromatinkörper in den älteren Entwicklungsstadien [Selachier männl., Copepoden weibl. — *Larix* männl., *Lilium* männl., *Lilium* weibl. — *Equisetum*, *Pteris*; Fig. *I*, *K*, *DD*].
4. Auftreten eines „Hauptnukleolus" in den früheren Phasen und Hinzutreten von blässeren, „adventiven" Kernkörpern („Neben-

---

1) H. O. Juel, Die Kernteilungen in den Pollenmutterzellen von *Hemerocallis fulva* und die bei denselben auftretenden Unregelmäßigkeiten. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 30, 1897 (Cytol. Stud. a. d. Bonner bot. Inst.), S. 56.

nukleolen") in den späteren Phasen [Beispiele: Selachier männl., Copepoden weibl. — *Larix* männl.],

individuelle Verschiedenheiten im Verhalten der Nukleolarsubstanz [Beispiele: Selachier weibl., *Ophryotrocha* weibl. — Phanerogamen männl.],

Fortbestand der Kernkörper während der Teilung [Beispiele: *Myzostoma* weibl., *Lilium Martagon* männl.; vergl. Fig. *L*].

II. Erste Reifungsteilung.

5. Garben- und tonnenähnliche, beziehungsweise vielpolige Spindeln als Durchgangsstadien zur zweipoligen Form (Beispiele: *Ascaris* weibl., *Cyclops* weibl. — *Lilium* männl., *Larix* männl. — *Equisetum*; vergl. Fig. *M* bis *W*].

6. Beziehungen zum heterotypischen Teilungsmodus,

entweder: lange Dauer des Aequatorialplatten-Stadiums mit stark verdichteten und verkürzten Chromatin-Elementen, tierischer Typus [Beispiele: *Gryllotalpa* männl., *Cyclops strenuus* weibl., marine Copepoden weibl. — *Allium* männl. — *Pteris*; vergl. Fig. *X*, *Z*, *BB*),

oder: längere Dauer der metakinetischen Phasen mit Doppel-*V*-, Doppel-Ω- und Kreuzfiguren, pflanzlicher Typus [Beispiele: *Pristiurus* männl., *Prostheceraeus* weibl., *Thysanozoon* weibl., *Diaulula* weibl. — *Larix* männl., *Lilium* männl.; vergl. Fig. *Y*, *AA*, *CC*, *EE*),

„metakinetische Streckung" der Elemente [Beispiele: *Cyclops brevicornis* weibl., *Ophryotrocha* weibl. — *Lilium* männl., *Lilium* weibl.],

Auftreten der zusammengesetzten Chromatin-Elemente der ersten Teilung in der halben „Normalzahl",

Hinweise auf die Bivalenz der in die erste Teilung eintretenden Elemente.

Freiburg im Breisgau, den 1. August 1897.

Zur Kenntnis der Zell- und Kernteilung.

Von **R. v. Erlanger**,
a. o. Prof. in Heidelberg.

I. Ueber die Spindelbildung in den Zellen der Cephalopodenkeimscheibe.

Wenig Objekte dürften für die Untersuchung der feineren Vorgänge bei der Kern- und Zellteilung so günstig sein, wie die Zellen der jungen Keimscheibe der Cephalopoden, welche sich erstens durch ihre Größe, zweitens durch den gänzlichen Mangel an Dotter und sonstigen gröberen Einschlüssen auszeichnen, sodass gewissermaßen

reines Protoplasma vorliegt, dessen Struktur daher besonders deutlich hervortritt. Was die gröberen Strukturverhältnisse der Keimscheibe selbst anbelangt, so kann ich auf die Arbeiten von Kölliker[1]), Vialleton[2]) und Watase[3]) verweisen, welche davon sehr gute Abbildungen gegeben haben und will nur zum Verständnis nachfolgender Beobachtungen vorausschicken, dass die recht ansehnlichen Zellen der Keimscheibe eine keilförmige Gestalt haben und so stark abgeplattet sind, dass sie nur eine Dicke von wenigen Mikren besitzen.

Da die Zellen der Keimscheibe sich wiederholt und sehr rasch teilen, begegnet man auf frühen Stadien (nur solche sind zur vorliegenden Untersuchung benutzt worden) keinen vollständig ruhenden Kernen; schon vor der Spindelbildung bemerkt man an jedem der etwas abgeplatteten Pole des Kernes (Fig. 1) eine ausgesprochene Strahlung, welche von einem intensiv färbbaren Körperchen, das hart an der Kernhülle liegt, unmittelbar ausgeht. Die einzelnen Strahlen entsprechen Längszügen von hintereinander gereihten Protoplasmaalveolen, welche ziemlich weit in das schaumig gebaute Cytoplasma vordringend, sich allmählich in demselben auflösen. Das durchweg feinwabige Cytoplasma weist hier und da kleine Vakuolen auf, enthält aber relativ wenige und kleine Granula, während die feine Körnelung, die man im Protoplasma bei schwächerer Vergrößerung beobachtet, der Ausdruck der stets etwas verdickten Alveolenknoten ist. Ganz dasselbe Aussehen zeigen auch mikroskopisch feine künstliche Schäume, denen keine Körnchen beigemengt worden sind und in diesen künstlichen Schäumen, wie in dem Protoplasma selbst treten die Alveolenknoten nach Färbung mit Säurefuchsin besonders deutlich hervor. Die Zelloberfläche umkleidet ein feiner aber recht deutlicher Alveolarsaum. Der ansehnliche bläschenförmige Kern ist von einer protoplasmatischen Alveolarschicht umgeben und an den Polen, wo die Centralkörper liegen etwas abgeplattet. Das Kerninnere durchsetzen zahlreiche große Vakuolen, zwischen welchen die achromatische Substanz des Kernes ein feinwabiges Gerüstwerk bildet, in denen Alveolen Chromatinkörner eingelagert sind. Es ließ sich an dem konservierten Material nicht mit Sicherheit entscheiden, ob dem Kern eine besondere isolierbare Membran zukommt; die Kernoberfläche ist vom Cytoplasma durch eine feine Grenzlamelle abgesondert, an welcher keine feinere Struktur mehr nachweisbar war. Auf diesem Stadium kann man ferner beobachten, dass das Gerüstwerk des Kernes eine besondere Orientierung nach den Kernpolen, bezw. nach den Centralkörpern hin, zeigt.

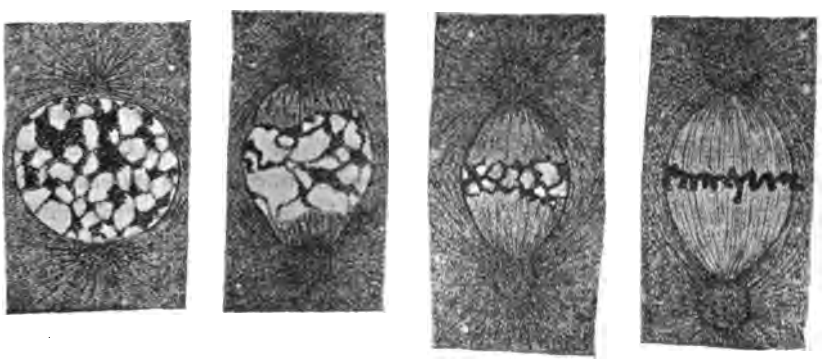
1) Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844.

2) Recherches sur les premières phases du développement de la Seiche. thèse. Paris 1888.

3) Homology of the Centrosome, in: Journal Morph., 10, 1895.

Schreitet nun der Kern zur Teilung, so streckt er sich zunächst nach den Polen zu in die Länge, wobei er an Volumen entschieden abnimmt (Fig. 2), die Vakuolen bleiben mit einem Teil der achromatischen Gerüstsubstanz im Aequator liegen und die chromatische Substanz häuft sich dort in dem achromatischen Wabenwerk an, während die Alveolen der übrigen achromatischen Kernsubstanz an den beiden Enden des Ellipsoids zu Längsreihen, welche nach den Polen hin verlaufen, sich anordnen. Bei der Längsstreckung des Kernes sind natürlich die Kernpole mit den Centralkörpern beträchtlich auseinandergerückt, außerdem ist die Strahlung an den Polen viel markierter, da die Anzahl der cytoplasmatischen Strahlen bedeutend zugenommen hat. Während auf dem vorhergehendem Stadium die Strahlen unmittelbar vom Centralkörper ausgingen, umgiebt sich jetzt jeder der beiden Centralkörper mit einer kugligen Ansammlung von besonders dichtem, feinwabigem und daher stärker färbbarem Protoplasma, welches der „Attraktionssphäre“ van Beneden's, oder dem, was ich Centroplasma genannt habe, entspricht und scheinen die Strahlen der Astrophäre nun erst von dem Centroplasma auszugehen. Im äquatorialen Teil des sich zur Spindel umbildenden Kernes bleibt die Kernhülle noch deutlich nachweisbar, nimmt aber gegen die Pole zu immer mehr an Deutlichkeit ab, bis sie in der Nähe der Centroplasmen vollständig verschwindet.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.



Die nächstfolgenden Vorgänge bestehen wesentlich darin, dass der vakuolenhaltige äquatoriale Teil des Kernes stetig kleiner wird, wobei das Chromatin sich mehr und mehr auf immer dünner werdende Stränge von achromatischen Alveolen konzentriert, während stets zahlreichere und längere Alveolenzüge achromatischer Kernsubstanz nach den Polen ziehen (Fig. 3). Dabei wird das Bild der Spindel immer deutlicher, weil die Länge der sogenannten Spindelfasern immer größer wird und dieselben bereits den äquatorialen Teil des Kernes zu durchsetzen beginnen, ebenso hat das Volumen des Kernes selbst noch mehr abge-

nommen, was schon daraus deutlich hervorgeht, dass die Pole nicht weiter auseinandergerückt sind als auf Stadium 2. Unterdessen ist die Kernhülle nahezu verschwunden, verschwindet aber nun ganz, wenn die Pole der Spindel unter gleichzeitiger Vergrößerung der Centroplasmen auseinanderrücken (Fig. 4). Auf diesem Stadium ist von den äquatorialen Vakuolen nichts mehr zu sehen, die chromatische Kernsubstanz des Aequators mit dem eingelagerten Chromatin bildet bereits typische Chromosomen, welche sich zu der Aequatorialplatte gruppieren, während die ganze übrige achromatische Kernsubstanz zur Bildung der Kernspindel verbraucht worden ist. Jetzt ist die Spindel in allen ihren Teilen fertig und mit Ausschluss der Centralkörper, Centroplasmen und Polstrahlungen ganz aus dem Kern hervorgegangen. Die Gestalt der Spindel selbst ist eine sehr charakteristische, sie besteht nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, aus zwei mit der Basis aneinanderstoßenden Kegeln, deren „Fasern" im Aequator an den Chromosomen unterbrochen wären, sondern die sogenannten Spindelfasern ziehen alle ununterbrochen von einem Pol zum andern und vereinigen sich an jedem Pol derart, dass sie das zugehörige Centroplasma gerade berühren, dabei zeigen die peripheren Spindelfasern einen ausgesprochen bogenförmigen Verlauf, mit nach Außen gerichteter Konvexität; die Querverbindungen zwischen den einzelnen Spindelfasern, oder mit anderen Worten die senkrecht zur Spindelaxe gerichteten Alveolenwände, bleiben während des ganzen Verlaufs der Mitose deutlich nachweisbar. Von nun ab erfahren zunächst nur die chromatischen Elemente Veränderungen und zwar derart, dass sie noch enger zu einer sehr niedrigen Aequatorialplatte zusammenrücken, sich gerade wie beim Seeigelei nach dem heterotypischen Schema teilen und in zwei Tochterplatten nach den Polen auseinanderrücken, wobei die Spindel keine weitere Längsstreckung erfährt, wohl aber etwas an Durchmesser abnimmt. Die nach der Teilung der Chromosomen und der Wanderung der Tochterplatten nach dem Polen auftretenden sogenannten Verbindungsfasern sind wie die übrigen Spindelfasern deutlich wabig gebaut und zuerst untereinander parallel, zeigen aber während des Aufbaues der Tochterkerne aus den bläschenförmig gewordenen und konfluierenden Chromosomen einen welligen Verlauf. Von dem Moment ab, wo die bläschenförmigen Chromosomen miteinander verschmelzen nehmen die Centroplasmen, wie auch die Polstrahlungen an Größe ab und bilden sich stetig zurück. Leider reichte mein Material[1]) nicht aus, um die

1) Anmerkung. Mein Material war entweder in Sublimateisessig, oder in Hermann'scher Flüssigkeit konserviert und wurde mit Benda'schem Eisenhämatoxylin oder mit Kernschwarz gefärbt. Es zeigten sich keine erheblichen Abweichungen in den Bildern zwischen dem mit Sublimat und dem nach Hermann fixiertem Material. Die Abbildungen sind bei 1200facher Vergrößerung nach Photographien (1800fache Vergrößerung) wiedergegeben.

Teilung der Centrosomen an den Spindelpolen festzustellen, doch scheint mir diese sich erst, wenn die Tochterkerne fertig gestellt sind, zu vollziehen, ebenso tritt die Zellteilung nach der Ausbildung der Tochterkerne ein.

Bekanntlich waren die ersten Untersucher der indirckten Kernteilung der Ansicht, dass die karyokinetische Spindel mit Ausschluss der Polstrahlungen ganz aus dem Kern hervorgeht, eine Anschauung, an welcher Flemming und Oscar Hertwig durchweg festgehalten haben, doch trat nach der Entdeckung der extranukleären (Central-) Spindel durch van Beneden[1]) und Hermann[2]) eine Reaktion gegen diese ältere Anschauung ein und viele Autoren gingen so weit, dass sie die rein protoplasmatische Natur der ganzen Spindel behaupteten, obgleich Hermann selbst als sehr wahrscheinlich hingestellt hatte, dass die sogenannten Zugfasern zum Teil wenigstens aus dem Kern stammen. Wo eine extranukleäre Spindel auftritt, aus welcher allmählich die ganze karyokinetische „Centralspindel" hervorgeht, kann gar nicht geleugnet werden, dass dieser Teil der Spindel von dem Cytoplasma gebildet wird. Die Natur der sogenannten Mantelfasern ist schwieriger zu eruieren und wenn die Kernhülle schon in den Prophasen der Mitose schwindet, was häufig vorkommt, lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, ob dieselben aus dem Cytoplasma, oder aus dem Karyoplasma stammen. Doch giebt es anderseits auch Fälle, wo die Kernhülle bis zu dem Moment deutlich erhalten bleibt, wo die Chromosomen sich zur Aequatorialplatte anordnen, wie beispielsweise in dem *Ascaris*-Ei[3]) und den Eiern kleiner Nematoden[4]) und man sieht dann von den Polen der extranukleären „Centralspindel" sogenannte Zug- oder Mantelfasern, durch die Kernhülle durch nach den Chromosomen ziehen. In einem solchen Falle muss man zu dem Schluss kommen, dass, entweder die „Mantelstrahlen" von dem Cytoplasma aus in den Kern hineinwachsen, oder, dass der ganze im Kern befindliche Teil der „Mantelfasern" aus achromatischer Kernsubstanz hervorgeht. Ich entscheide mich für diese zweite Alternative und stütze mich dabei hauptsächlich auf die Fälle, wo, wie z. B. bei vielen Protozoen und manchen Richtungsspindeln die Spindel während der ganzen Teilung innerhalb der stets nachweisbaren Kernhülle liegt. Verfolgt man eine solche Kernteilung aufmerksam, so gewinnt man den Eindruck, dass die eigentliche Spindel ganz aus dem achromatischen

1) Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitosique chez l'Ascaride megalocephala. Bull. Acad. roy. Belg., III u. XIV, 1887.

2) Beitrag zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Spindel. in: Arch. f. mikr. Anat., 37, 1891.

3) R. v. Erlanger, Beiträge zur Kenntnis der Struktur des Protoplasmas etc., I. Arch. f. mikr. Anat., 49, 1897.

4) R. v. Erlanger, Diese Zeitschrift, 1897, S. 152, 339.

Material des Kernes hervorgeht, denn außer Flüssigkeit dringt nichts durch die Kernhülle in den Kernraum hinein, sicherlich ist das Eindringen von geformten Bestandteilen von dem Cytoplasma in den Kern ausgeschlossen. Die Kernteilung der Keimscheibenzellen der Cephalopoden aber unterscheidet sich sehr wesentlich von derjenigen solcher Objekte, wo eine extranukleäre Centralspindel gebildet wird, aus welcher dann die ganze Spindel mit Einschluss eines Teiles der „Mantelfasern" hervorgeht. Während beispielsweise beim *Ascaris*-Ei das Centrosom erst beim Anfang der Mitose, also in den Prophasen sich teilt, liegt hier schon in den Prophasen je ein Centralkörper an den Kernpolen und es muss der Centralkörper, wahrscheinlich unter Bildung einer bald schwindenden kleinen extranukleären Centralspindel, sich während des Aufbaues der Tochterkerne geteilt haben, worauf die Tochtercentrosomen an die Kernpole gerückt sind. Gerade so verhält sich das Echinodermen-Ei, wie ich im zweiten Teile auseinanderzusetzen gedenke. Auch die Bilder, welche Henneguy[1]) von der Kern- und Zellteilung in der Forellenkeimscheibe gegeben hat, zeigen eine auffallende Uebereinstimmung mit denjenigen, die ich von der Cephalopodenkeimscheibe erhalten habe. Henneguy beurteilt aber den Vorgang der Spindelbildung bei seinem Objekt ganz anders, als ich es für das meinige thue und leitet die gesamte Spindel von dem Cytoplasma ab, indem die Spindelfasern von den Centralkörpern in den Kern hineinwachsen sollen. Aehnlich urteilt auch Watase über die Spindelbildung in der Keimscheibe von *Loligo Pealii* und glaubt, dass die Spindelfasern aus der Substanz der Centrosomen hervorwachsen. Dagegen muss ich nochmals betonen, dass in der *Sepia*-Keimscheibe und im Ei und den Furchungszellen des Seeigels, die ganze Spindel, mit Einschluss der Centroplasmen und der Polstrahlung direkt aus der Umbildung der achromatischen Kernsubstanz in sogenannte Spindelfasern hervorgeht. Ebenso weicht meine Auffassung von dem, was man hier als Centralkörper oder Centrosoma zu bezeichnen hat, von der Ansicht Watase's ab. Vialleton schildert an den Spindelpolen von *Sepia* sogenannte „taches polaries", die zweifellos den kugligen Centroplasmen entsprechen, während Watase ansehnliche Polkörper oder Centrosomen abbildet, von denen die Polstrahlung ausgeht und welche meiner Meinung nach nichts anderes als die Centroplasmen sind. Ich kann das Centroplasma nicht als den eigentlichen Centralkörper ansprechen, sondern erblicke denselben in dem Körperchen, welches in der Mitte des Centroplasmas liegt. Dafür spricht das Vorhandensein des Körperchens an den Kernpolen vor der Spindelbildung, wobei die Polstrahlung von demselben unmittelbar ausgeht, während die An-

1) Nouvelles recherches sur la division cellulaire indirecte. Journal de l'Anat. et de la physiol., 1891.

häufung von besonders dichtem Protoplasma um das Centralkorn, also das Centroplasma, erst nachher entsteht und in den Telophasen wieder verschwindet.

Zum Schluss möchte ich aus dem mitgeteiltem noch einige Konsequenzen bezüglich des Mechanismus der Mitose ziehen. Zunächst muss die Annahme M. Heidenhain's von dem Vorhandensein eines centrierten Systems elastischer Fasern für vorliegendes Objekt zurückgewiesen werden. Wenn auch die Spindelfiguren in der jungen Cephalopodenkeimscheibe beträchtliche Dimensionen zeigen, sind die Spindeln doch im Verhältnis zu den Zellen selbst recht klein und die gut ausgebildeten Polstrahlungen erstrecken sich niemals, auch nicht annähernd, bis zur Peripherie der Zelle. Ferner findet hier, obgleich die Dicke der Blastodermzellen im Vergleich zu ihrer flächenhaften Ausbreitung eine sehr geringe ist, niemals, wie bei anderen abgeflachten Zellen [z. B. Epithelzellen der Salamanderlarve[1])] ein Anschwellen und Abrunden des mittleren, kernhaltigen Teiles der Zelle bei der Mitose statt, sodass die mechanischen Betrachtungen M. Heidenhain's auf dieses Objekt absolut unanwendbar sind. — Vor kurzem hat Kostanecki[2]), die, einander im Aequator der Spindelfigur durchkreuzenden Polstrahlen, für das Zustandekommen der Zellteilung verantwortlich machen wollen, doch passt auch diese mechanische Erklärung auf vorliegenden Fall in keiner Weise, denn das Interferieren der Polstrahlungen im Aequator der Spindel lässt sich hier nur bei ganz jungen und gedrungenen Spindeln konstatieren und die Polstrahlungen sind bereits stark rückgebildet, wenn die Zellteilung eintritt, ferner erreichen ihre Strahlen auf keinem Stadium die Zelloberfläche. Endlich kann hier die Bewegung der Tochterchromosomen gegen die Pole weder auf eine Verkürzung der Polstrahlen, noch auf eine stemmende Wirkung derselben, noch auf eine Verkürzung der Mantelfasern zurückgeführt werden, denn bei der Wanderung der Tochterplatten lässt sich weder eine Längsstreckung der Spindelaxe, noch eine Annäherung der Pole an die Zellperipherie beobachten, ferner sind die Chromosomen hier auf den Bereich derjenigen „Spindelfasern", welche ununterbrochen von einem Pol zum anderen ziehen, beschränkt. Man könnte noch zur Annahme neigen, dass der wellige Verlauf der Verbindungsfasern für eine stemmende Funktion derselben und vielleicht noch der eigentlichen Spindelfasern überhaupt spräche, doch fällt auch diese Annahme in sich zusammen, weil die Spindelaxe nach der Anlage der Aequatorialplatte überhaupt keine Verlängerung mehr erfährt. Aus dem gesagten

1) R. v. Erlanger, Ueber den feineren Bau der Epithelzellen der Salamanderlarve und ihre Teilung. Zool. Anz., 1896.

2) Ueber die Bedeutung der Polstrahlung während der Mitose. Archiv f. mikr. Anat., 49, 1896.

darf, meine ich, der Schluss gezogen werden, dass die Muskelfadentheorie und ihre verschiedenen Modifikationen nicht im Stande sind, die Mitose der Zellen der Cephalopodenkeimscheibe zu erklären.

Dagegen sprechen meine Beobachtungen entschieden zu Gunsten der Auffassung, dass die gesamte Spindelfigur in Folge einer von den Centralkörpern auf das Cyto- und Karyoplasma ausgeübten Einwirkung entsteht. Zunächst tritt um jeden Centralkörper die Polstrahlung auf und zwar dadurch, dass der Centralkörper physikalisch oder chemisch eine Anziehung auf das umliegende Cytoplasma ausübt und dessen Alveolen zu Längsreihen, welche sämtlich nach dem Centralkörper hin konvergieren, anordnet; bald sammelt sich um den Centralkörper eine Schicht von besonders feinwabigen Protoplasma an, welches dann Flüssigkeit aus dem Kern anzieht und dadurch die gesamte achromatische Gerüstsubstanz des Kernes, welche nicht zum Aufbau der Chromosomen verwendet wird, in sogenannte Spindelfasern umwandelt. Daher spielen die Centroplasmen bei der Mitose eine wichtige Rolle und verdienen, falls sie wirklich kugelförmig sind, thatsächlich den Namen „Attraktionssphäre". Während die Prophasen der Mitose im Allgemeinen unter dem Einfluss der Centralkörper verlaufen und diese in vielen Fällen im Stande sind eine protoplasmatische „Centralspindel" zwischen sich zu erzeugen, die unter Umständen zur eigentlichen Spindel anwächst, sind die späteren Phasen das Resultat der gegenseitigen Einwirkung der Centroplasmen und des Kernes (oder der Tochterkerne) aufeinander und zwar derart, dass, während der Spindelbildung der Kern Flüssigkeit an die Centroplasmen abgiebt, während umgekehrt die anwachsenden Tochterkerne Flüssigkeit aus den Centroplasmen beziehen, wodurch die einzelnen Tochterchromosomen zuerst zu Bläschen anschwellen, darauf sich untereinander zu einem Tochterkern vereinigen. Auf diese Weise erklärt sich, warum die Größenverhältnisse des Kernes, resp. der Tochterkerne, einerseits, und die Centroplasmen andrerseits, umgekehrt proportional sind und dass während der absoluten Kernruhe überhaupt kein Centroplasma zu sehen ist, denn nur bei solchen Zellen, welche sich so rasch teilen, dass zwischen den einzelnen Mitosen niemals absolute Ruhe herrscht, persistiert das Centroplasma beziehungsweise auch eine Strahlung um den oder die Centralkörper, während in der absoluten Ruhe gröbere Körner und sonstige Zelleinschlüsse sich um den Centralkörper ansammeln, die bei Beginn der Teilung und bei der Bildung der Astersphäre und des Centroplasmas wieder aus der Nähe des Centralkörpers fortgetrieben werden. [88]

Heidelberg, den 27. Juli 1897.

Ueber das Pigment und die Entstehung desselben bei einigen Tardigraden.

Von Dr. D. Rywosch.

Die Art *Macrob. Oberhäuseri* Doy. und die Gattung *Milnesium* sind in ausgewachsenem Zustande stark pigmentiert, die erstere gewöhnlich stärker. Das Pigment ist abgelagert in den Epithelzellen und soll nach Plate in Querbändern geordnet sein, bei *Macrob. Oberh.* in 9. Dieses Pigment wird gewöhnlich nur nebenbei behandelt.

Nur Doyère schenkt ihm in seiner klassischen Monographie „Mémoire sur les Tardigrades" (Ann. d. scien. natur., II. Série, Bd. XIV und XV, 1832—33) mehr Aufmerksamkeit, als die andern Forscher. — Die gewöhnliche Angabe, dass das Pigment von brauner Farbe sei, ist nicht ganz zutreffend. Wenn man das Pigment an den Rändern der Bänder gut betrachtet, wird man sich leicht überzeugen können, dass es eher rot als braun ist, deutlicher sieht man es bei den jungen Tieren, wenn die Bänder noch nicht so dick sind. Das zweite, was ich hervorheben möchte, ist die Anordnung des Pigments.

Wenn man ein geschlechtsreifes Individuum von *Macrob. Oberh.* betrachtet, so gewinnt man den Eindruck, als ob das Pigment thatsächlich in Querbänder geordnet wäre. Verfolgt man aber die Entstehung des Farbstoffes, wovon unten die Rede sein wird, so kann man sich leicht überzeugen, dass diese Anordnung nicht das primäre ist, sondern vielmehr entstanden ist aus einer Konfluierung ganz deutlicher Längsbänder, so dass auch für unsere Tierchen die Eimer'sche Theorie von der ursprünglichen Verteilung der Pigmente auf dem Körper der Tiere seine Giltigkeit hat.

Was den Charakter und die chemische Beschaffenheit des Farbstoffes anbetrifft, so lässt sich bis auf weiteres darüber nichts bestimmtes aussagen, nur so viel scheint es mir, dass er nicht den mir wenigstens bekannten Farbstoffen (Krukenberg's vergl. Physiol. d. Farbstoffe und der Farben) entspricht. Dass er nicht zu der wie im Pflanzen- so im Tierreiche weit verbreiteten Gruppe der sogenannten Lipochrome gehört, scheint für mich außer Zweifel zu sein, da er die charakteristischen Reaktionen nicht giebt (mit konzentrierter H_2SO_4, mit Jodjodkalium). Die hauptsächlichen Reaktionen dieses Pigments, die bereits Doyère bekannt waren, sind: die Entfärbung, resp. gelbliche Verfärbung desselben auf Einwirkung von Säuren, und zwar wie von organischen (Essigsäure), so auch anorganischen, dasselbe ruft auch hervor heißes Wasser, ferner die mehr oder weniger kirschrote Farbe durch Behandlung mit Alkalien. Nur eine genaue chemische Analyse könnte mehr Auskunft geben über diese Substanz, aber dazu sind erhebliche Mengen dieser Tierchen erforderlich, und ich sammle sie schon seit einiger Zeit und glaube auf diese Weise später über eine genügende

Menge verfügen zu können. — Von größerem Interesse aber scheint mir die Entstehung dieses Pigments zu sein.

Neben den vielen wichtigen Fragen der Chromatologie der tierischen Pigmente nimmt nicht die letzte Stelle ein die Frage, die C. Fr. W. Krukenberg in seinen „Grundzügen einer vergl. Phys. u. s. w." aufstellt: „Ob das Pigment am Orte, wo man es vorfindet, entstanden ist und so z. B. in den Farbzellen als Produkt ihrer metabolischen Thätigkeit angesehen werden kann, oder ob es schon als solches auf irgend eine Weise (flüssig oder fest) in die Zelle gelangt" (S. 79).

Obgleich Krukenberg hervorhebt, dass diese Frage für jeden Fall besonders erwogen und nicht selten verschieden beantwortet werden muss, neigt er doch mehr zu der Ansicht, dass diese Farbstoffe im allgemeinen in loco entstehen, was aus den Gründen, die er für diese Auffassung in Betreff der Farbstoffe der Federn anführt, zu ersehen ist. Auch Rabl vertritt dieselbe Ansicht in Bezug auf die Entstehung des Pigments in den Dunenfedern des Hühnchens gegen Kölliker, der die Auffassung vertritt, dass das Pigment der Feder durch große Wanderzellen zugeführt wird (Centralbl. für Physiol., 1894, S. 256). Unsere Tierchen bieten aber ein Beispiel, wo die Entstehung des Pigments auf die zweite Weise vor sich geht, wo das Pigment in löslicher Form der Zelle zugeführt wird und dort sich ablagert. Das Ei ist völlig farblos, ebenso das Tierchen beim Verlassen desselben. Beim weitern Wachstum bemerkt man eine ganz leichte diffuse gelbliche Verfärbung der die Organe umspülenden Flüssigkeit, während die Zellen der Darmwandungen, der Epidermis und die in der Flüssigkeit suspendierten Körperchen vollständig farblos sind. Erst später sieht man, wie die Epithelzellen und zwar zuerst am hintern Körperende anfangen sich mit Farbstoff zu imprägnieren und, wie bereits erwähnt, geschieht diese Anhäufung in Längsreihen. Man findet Stadien, wo ganz deutlich 3—5 solche Reihen zu sehen sind, während zwischen diesen der Körper noch farblos ist. Bei *Milnesium tardigradum* bleibt dieser Zustand manchmal noch zur Zeit der Geschlechtsreife: man findet Weibchen mit bereits reifen Eiern im Ovarium und die Längsreihen sind noch vollständig erhalten, ja eigentlich verschwinden bei *Milnesium* die Längsreihen nie vollständig: die Anhäufung des Pigments ist bei dieser Gattung spärlicher, als bei *Macrob. Oberh.* Bei dieser Art kommt es aber in der Regel zur vollkommenen Konfluenz der Längsreihen, falls sie überhaupt nicht farblos sind. Denn auch solche findet man oft und zwar in manchen Moosen fast ausschließlich. So konnte ich in den Moosen, die ich am Rigaschen Strande im Sommer 1895 gesammelt habe, kein einzig pigmentiertes Exemplar von *Macrob. Oberh.* finden, dagegen sehr viele farblose, die aber, im Gegensatz zu den gefärbten, Augen besaßen. Darüber soll noch an einem andern Orte ausführlicher berichtet werden. Der gelbe

Farbstoff, der die Körperflüssigkeit tingiert, ist identisch mit dem in den Epithelzellen abgelagerten Pigment, worauf die Reaktionen hinweisen: die violettrote Färbung durch Alkalien, die Entfärbung durch Säuren. — Es fragt sich, ob dieser Modus der Pigmentbildung wirklich bloß vereinzelt da steht, oder ob es vielmehr nicht ein allgemein verbreiteter, wenigstens mehr verbreitet, als man es gewöhnlich annimmt, ist. In dieser Beziehung verdient einige Beachtung folgende Thatsache. Wir lesen in Neumeister's physiol. Chemie, Bd. II, S. 167, dass das Blutserum der meisten Tiere eine gelbliche Farbe besitze, das des Kaninchens fast farblos sei. Ich habe darauf hin das Serum albinotischer (weißer) Kaninchen und grauer untersucht und fand stets das Serum der letztern unvergleichlich intensiver gefärbt. Eingehende Untersuchungen war ich bis jetzt verhindert anzustellen. Es scheint mir aber aus der erwähnten Beobachtung einigermaßen die Vermutung berechtigt, dass es sich bei dem Albinismus um eine Verarmung des Blutserums an Pigment handle, ohne dabei auf die Frage einzugehen, woher der Farbstoff des Serums stamme (es kämen vielleicht hier in Frage die Leber, da Jolles und Michailow in der Galle Lipochrome gefunden haben, oder die Pankreasdrüse nach Nencki, Maly's Jahresbericht, 1895, S. 17). Dabei ist allerdings eine in gewissem Sinne pathologische Veränderung der Epithelzelle nicht ausgeschlossen. Gegen diese Vermutung ließe sich in erster Linie anführen, dass die Farbstoffe des Blutserums Lipochrome sind (Krukenberg, Halliburton), den Albinos aber fehle es nur an Melaninen. Vor allen Dingen ist durchaus die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass im Serum auch außer Lipochromen andere Farbstoffe vorhanden wären, zweitens ist es Michailow gelungen, aus Lipochromen der Wirbellosen melaninähnliche Farbstoffe zu bekommen (Michailow, Zur Lehre der tierischen Farbstoffe (russisch). Petersb. 1885). Die sogenannten partiellen Albinismen (vitiligo) sind bei der allgemeinen Frage von der Ursache des Albinismus ausgeschlossen, da es sich hier namentlich bloß um trophische Nervenstörung handle. Aber die Therapie der vitiligo, die in vielen Fällen mit Erfolg angewendet wird, scheint ebenfalls zu beweisen, dass die Pigmentierung durch das Serum, resp. Plasma verursacht werden kann: man findet in der Litteratur berichtet, dass durch Vesicantien (Empl. Canthar., Senfpflaster) eine Pigmentierung der weißen Hautstellen hervorgerufen worden ist (Eulenburg's Encycl. „Albinismus").

Ich hoffe in der nächsten Zeit auf diese Frage zurückzukommen, da mir sich die Gelegenheit bieten wird, nähere Untersuchungen über die Pigmentierungen im allgemeinen, und über den Albinismus im besonderen anzustellen. [87]

Warschau, den 23. Juli 1897.

Ueber die Homologie der Brust- und Becken-Gliedmaßen.

Von Prof. Dr. L. Stieda in Königsberg i. Pr.

Bereits vor einigen Jahren habe ich in diesen Blättern meine Ansichten über die Homologie der Gliedmaßen dargelegt. Ich habe damals mich großer Kürze befleißigt und habe ferner damals die ganze Litteratur der Streitfrage bei Seite gelassen. Ich habe dann meine Studien, namentlich der Weichteile, fortgesetzt und habe einzelne Ergebnisse in den anatomischen Versammlungen zu Straßburg und Basel mitgeteilt. Unterdessen sind 2 weitere Abhandlungen von Eisler und Melzer erschienen, die den Vergleich der Extremitäten in ganz anderer Weise als ich darstellen, und zwar jeder von ihnen nach seiner eigenen Theorie. Dadurch ist nun die Frage nach einem Vergleich der Extremitäten, der eine Zeit lang vollständig ruhte, neu aufgelebt und hat wiederum an Interesse gewonnen. Da überdies die Theorien von Eisler und Melzer eigentlich nur alte Anschauungen geben, so halte ich es in meinem eigenen Interesse für geboten, zum Schutz für meine eigene neue Theorie einzutreten, die bereits von Eisler kritisiert und angegriffen worden ist. Doch will ich versuchen, möglichst von einer Polemik mich fern zu halten und mich auf ein Referat über die abweichenden Ansichten der andern Autoren zu beschränken.

Ich habe an einem andern Ort in ausführlicher Weise meine neue Anschauungsweise auseinandergesetzt und sehr eingehend über die verschiedenen Theorien der Vergleiche referiert. Hier soll alles in Kürze geschehen. Es mag diese Mitteilung hier als ein Auszug aus der andern Abhandlung angesehen werden.

Man hat frühzeitig angefangen, die Arme und Beine des Menschen mit einander zu vergleichen, und hat sehr viele Theorien und Hypothesen eines Vergleichs der wissenschaftlichen Welt dargeboten. Die von mir aufgestellte Theorie eines Vergleichs ist insofern neu, als sie mit keiner der bisher veröffentlichten übereinstimmt, obwohl, wie ich bekennen muss, ich gewisse Vorläufer meiner Theorie entdeckt habe — dort, wo ich sie am wenigsten vermutet hatte.

Ich stelle die beiden Hauptpunkte, die ich in den früher aufgestellten Theorien als irrige bezeichne, an die Spitze:

1. Man ist von der irrigen Voraussetzung ausgegangen, dass die Extensoren des Oberarms mit den Extensoren des Oberschenkels, die Flexoren des Oberarms mit den Flexoren des Oberschenkels zu vergleichen seien.
2. Man hat in irriger Weise den supinierten Vorderarm mit dem Unterschenkel verglichen. —

Diesen beiden Sätzen gegenüber behaupte ich:

1. Die ventralen Muskeln des Oberarms (Flexoren) sind den ventralen Muskeln des Oberschenkels (Extensoren) zu homo-

logisieren, und die dorsalen Muskeln des Oberarms (Extensoren) den dorsalen Muskeln des Oberschenkels (Flexoren).

2. Man muss den pronierten Vorderarm mit dem (pronierten) Unterschenkel vergleichen. —

Um eine geeignete Basis für den Vergleich der Extremitäten des Menschen zu gewinnen, muss man die aufrechte Lage des menschlichen Körpers in die horizontale Lage eines vierfüßigen Tieres verwandeln. Man muss den pronierten Vorderarm und die Hand so halten, wie den Fuß, d. h. die Handfläche muss den Fußboden berühren; in dieser Stellung sind alle Teile einander homolog; hierbei betone ich: die in verschiedener Richtung gestellten Gelenke das Ellenbogen- und das Kniegelenk sind einander homolog, denn die Stellung und Richtung der einzelnen Gelenke ist für die Homologie unwesentlich. —

Ich versuche nun meine neue Theorie zu begründen. Die einzelne Extremität eines Wirbeltiers, natürlich eines vierfüßigen, hat — so stelle ich es vor — zuerst die Gestalt einer Platte, die seitlich vom Körper absteht. Man kann an dieser Platte in Berücksichtigung ihrer Stellung, wie am ganzen Körper, eine dorsale und eine ventrale Fläche unterscheiden; in der Axe der Platte befindet sich der knöcherne (knorpelige) Skelettteil. Ich stelle mir zunächst die Platte wie insbesondere den axialen Skelettteil gerade und einheitlich, nicht gegliedert vor, die Platte ist steif.

Nun zieht das Tier seine Extremitäten in den Körper hinein, die Extremitäten werden adduziert — dabei bilden sich zwischen dem Körper und dem proximalen Ende der Extremitäten die Gelenke — Schulter- und Hüftgelenke. Die Glieder sind so gelagert, dass ihre Axe der Längsaxe des Körpers parallel liegt. — Nehmen wir an, dass die Glieder noch ungegliedert, noch steif seien, und stellen wir uns weiter vor, dass die adduzierten Glieder nun eine Beugung, eine Flexion ausführten. Jetzt steht das Tier auf seinen vier Beinen (Vorder- und Hinterextremitäten), die in ihrer steifen Form kaum zu Fortwärtsbewegungen zu gebrauchen sind.

Ich lasse die Frage, ob nicht vielleicht schon allmählich während der Adduktions- und Flexionsbewegung auch eine Gliederung, eine Knickung der einzelnen Glieder erfolgt ist, bei Seite, sondern nehme an, dass die zuerst steifen Gliedmaßen jetzt erst, am Schluss der Adduktion und Flexionsbewegung, geknickt wurden.

Warum die Knickung erfolgte, das erörtere ich nicht. Selbstverständlich ist eine gelenkige, biegsame, gegliederte Platte für gewisse Zwecke besser zu gebrauchen als eine steife. Eine steife Platte konnte das Tier vielleicht nur wie ein Ruder benutzen, eine gelenkige Platte aber auch zu andern Zwecken. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die hinteren und die vorderen Gliedmaßen sich gemäß den verschiedenen

Zwecken, denen sie dienen sollen, ausgebildet haben. Die vordere Gliedmaße ist ein Greiforgan in erster Linie geworden, die hintere ist zu einem Stützorgan geworden, beide dienen aber als Bewegungsorgane.

Wie dem auch sei, man findet, dass die ausgebildeten Gliedmaßen der vierfüßigen Wirbeltiere nicht steife Platten, sondern gegliederte Platten sind, d. h. es haben sich innerhalb der Platte Gelenke gebildet, die die Platte der Quere nach gliedern. Auf dieser gegliederten Platte kann das Tier aber nicht stehen; wenn das Tier sich darauf stellen wollte, so würde die Platte einknicken. Und das ist in der That geschehen: das Tier steht auf gegliederten eingeknickten Platten. Hiebei ist auf eine eigentümliche Erscheinung aufmerksam zu machen: Die vordere wie die hintere Extremität sind in verschiedenem und zwar in entgegengesetztem Sinne d. h. Richtung geknickt oder gebeugt. Unzweifelhaft hat das einen bestimmten mechanischen Grund, über den ich freilich nichts anzugeben vermag. —

Ich gehe etwas näher auf die Art und Weise der Knickung ein: sowohl die hinteren wie die vorderen Gliedmaßen sind — auch beim ausgebildeten Säugetier (und beim Menschen in vierfüßiger Stellung) nicht senkrecht zur Längenaxe des Körpers gestellt, sondern schräg: das Oberarmbein ist nach hinten, das Oberschenkelbein ist nach vorne gerichtet; die distalen Enden der beiden axialen Knochen sind einander näher als die beiden proximalen Enden. Die beiden axialen Knochen bilden mit der Längsaxe des Skeletts Winkel in entgegengesetzter Richtung. Der Winkel, den die vorderen Extremitäten mit der Längsaxe des Körpers bilden, richtet seinen Scheitelpunkt (Schultergelenk) nach vorn, die Konkavität nach hinten; der Winkel, den die hinteren Extremitäten mit der Längsaxe des Körpers bilden, richtet seinen Scheitelpunkt nach hinten (Hüftgelenk), die Konkavität nach vorn.

Die zweite Knickung oder Gliederung ist die zwischen Oberarm und Vorderarm, zwischen Oberschenkel und Knie. Auch hier ist die Knickung im entgegengesetzten Sinne (Richtung) erfolgt: der Ellenbogen ist nach hinten, das Knie nach vorne gerichtet, die Konkavität des vorderen Winkels (Ellenbogenbeuge) ist nach vorn, die Konkavität des hinteren Winkels (Kniebeuge) ist nach hinten gerichtet. Erwähnenswert scheint es mir, dass zwischen den beiden Winkeln ein und derselben Extremität, der vorderen wie der hinteren, ein Gegensatz besteht. An der vorderen Extremität ist der Schultergelenkswinkel nach hinten, die Ellenbogenbeuge nach vorn gerichtet, an der hinteren Extremität dem Hüftgelenkswinkel nach vorn, die Kniebeuge nach hinten gerichtet. Dass das Schultergelenk und das Hüftgelenk trotz dieser verschiedenen Stellung einander homolog sind, daran zweifelt niemand.

Warum sollte nun das Ellenbogengelenk und das Kniegelenk trotz ihrer verschiedenen Richtung nicht auch homolog sein?

Als die Gliederung der Platten — die Gelenkbildung zwischen Oberarm und Vorderarm, zwischen Oberschenkel und Unterschenkel sich vollzog, war anfangs offenbar ein indifferentes (einfach-einaxiges) Cylindergelenk vorhanden. Das Gelenk gestattete in gleichmäßiger Weise eine Bewegung um eine zur Längsaxe des Gliedes senkrecht gestellte Axe: eine Bewegung nach vorn — (Ventral-Flexion), und eine Bewegung nach hinten (Dorsal-Flexion). Im weiteren Verlauf der Entwicklung der Gliedmaßen, im weiteren Verlauf der zu verschiedenen Zwecken sich umgestaltenden Gliedmaßen trat zwischen den vorderen und den hinteren Gliedern eine Differenz auf. Das Resultat dieser Umbildung war allendlich die entgegengesetzte Stellung des Ellenbogens und des Knies.

An den vorderen Extremitäten entwickelten sich insonderheit die ventralen Muskeln, sie gestatteten nicht, dass die dorsalen Muskeln das Glied dorsal beugten — das Resultat war, dass nur eine ventrale Beugung übrig blieb; eine dorsale Beugung wurde unmöglich, weil sich die Gelenke mit Rücksicht auf die Muskeln umformten. Nur eine Ueberführung des ventral gebeugten Gliedes in die Strecklage blieb erhalten. Bezeichnen wir nun die Muskeln in üblicher Weise mit ihren funktionellen physiologischen Namen, so ergiebt sich: am Oberarm haben sich die ventralen Mukeln in Flexoren, die dorsalen Muskeln in Extensoren umgewandelt.

An der hinteren Extremität (Beckengliedmaßen) ging der Umwandlungsprozess im entgegengesetzten Sinne vor sich. Es erlangten hier die dorsalen Muskeln des Oberschenkels das Uebergewicht über die ventralen Muskeln: eine dorsale Flexion und ein Ueberführen des flektierten Unterschenkels in die Strecklage ist übrig geblieben, eine ventrale Flexion ist vollkommen ausgeschlossen. Folglich nennen wir am Oberschenkel umgekehrt die ventralen Muskeln Extensoren, die dorsalen Muskeln Flexoren. —

Daraus muss ich konsequenter Weise den Schluss ziehen: die Flexoren des Oberarms als ventrale Muskeln sind homolog den Extensoren des Oberschenkels, und die Extensoren des Oberarms als dorsale Muskeln den Flexoren des Oberschenkels. — Ein anderer Schluss ist nicht möglich. —

Nun haben bisher alle Autoren (ausgenommen Albrecht) direkt behauptet: die Flexoren seien den Flexoren, und die Extensoren den Extensoren homolog. Um den thatsächlichen Befund aber in diesem Sinne deuten zu können, hat ein Autor — Martins — die Theorie der Torsion des Humerus erfunden. Eine sogenannte Torsion des Humerus existiert aber nicht. Es liegt auch gar keine Veranlassung vor, die Theorie zu erfinden, man kommt auch ohne dieselbe zu einem Ergebnis. Andere Autoren haben die Meinung ausgesprochen, dass die beiden Gliedmaßen, die vorderen und die hinteren, während der

Embryonalzeit eine Rotation, eine Drehung um ihre Längsaxe ausgeführt hätten: die Oberschenkel hätten sich nach einwärts (medianwärts), die Oberarme hätten sich nach auswärts (lateralwärts) gedreht; dadurch sei die eigentümliche Stellung hervorgebracht, dass beim Oberarm die Beuger vorn, beim Oberschenkel die Beuger hinten liegen. Diese Drehung (Rotation) ist nicht beobachtet worden, sondern nur gedacht, um jene Thatsache zu erklären. Im meine, man kann auch diese Theorie fallen lassen. Es bedarf weder einer Torsion des Humerus, noch einer Rotation beider Gliedmaßen, um jene Thatsache der verschiedenen Muskelfunktion zu erklären.

Zur Unterstützung meiner Auffassung führe ich zweierlei an: ich verweise auf die Auseinandersetzungen Herm. Meyer's, nach denen an der Hand wie am Fuß die Unterscheidung der Extension und Flexion unzweckmäßig ist. Man darf nur eine dorsale und volare Flexion unterscheiden, und eine dazwischen liegende Streck lage. Hand und Fuß sind homolog, an der Hand ist eine dorsale und eine volare Flexion möglich, am Fuss nur eine dorsale Flexion, und wir nennen trotzdem die beugenden Fußmuskeln Extensoren, während wir die streckenden Muskeln Flexoren nennen.

Ferner verweise ich auf einen Unterschied in der Stellung der die Metacarpo-Phalangeal-Gelenke bildende Knochen bei Menschen und bei den katzenartigen Tieren: beim Menschen stehen der Metacarpal-Knochen und die Grundphalanx so, dass sie miteinander ein Gelenk bilden, das man wohl als Knie bezeichnen darf; es ist nur eine volare Beugung ausführbar. Bei den katzenartigen Tieren stehen die entsprechenden Knochen dorsal flektiert, und es ist nur eine Streckung möglich; es ist die Stellung eines Ellenbogens. Es sind demnach die Metacarpo-Phalangeal-Gelenke bei Menschen und bei Katzen im entgegengesetzten Sinne flektiert. Sind die Knochen deshalb nicht homolog? Müssen wir etwa auch hier eine Torsion oder Rotation annehmen, um eine Homologie zu erzwingen? Keineswegs!

Es ließen sich noch andere ähnliche Beispiele anführen.

Ich wende mich nun zur Betrachtung und Erörterung des Vorderarms und Unterschenkels. Ich darf ohne besondere Begründung den Radius der Tibia, die Ulna der Fibula homologisieren, den Carpus dem Tarsus, den Metacarpus dem Metatarsus, den Daumen der großen Zehe u. s. w. Freilich hat neuerdings Eisler gegen diese allseitig anerkannte Anschauung opponiert, wie mich dünkt, ohne Aussicht auf Erfolg — man geht wohl über diesen Antrag ohne Diskussion zur Tagesordnung über.

Vergleicht man nun die Knochen des Vorderarms und Unterschenkels mit einander, so ergiebt sich, dass dieselben bei der gewöhnlichen Lage des supinierten Vorderarms mit einander nicht stimmen. Nicht allein die beiden Knochen des Vorderarms und des Unterschenkels, sondern

auch die Richtung und Lage der Hand und des Fußes, sowie die der Finger und Zehen, stimmen nicht.

Dagegen können wir eine Uebereinstimmung erzielen, wenn wir den pronierten Arm mit dem Unterschenkel vergleichen. Wir kommen beim Menschen zu dem gewünschten Resultat, wenn wir ihn auf die 4 Extremitäten stellen, wie ein vierfüßiges Tier. Freilich bleiben auch dann noch einige kleine Differenzen bestehen, doch können wir dieselben ohne besonderer Schwierigkeit deuten. Bereits mehrere ältere Autoren haben auf die pronierte Stellung des Vorderarms zum Zweck des Vergleichs hingewiesen; neuerdings hat auch Holl mit vollem Recht die Pronationsstellung des Vorderarms betont. Holl ist aber noch einen Schritt weiter gegangen und hat behauptet: der Unterschenkel sei in pronierter Stellung, deshalb müsse eben der pronierte Vorderarm ihm verglichen werden. Auch hier habe ich ihm nur zuzustimmen. Freilich hat auch hierin Eisler sich dagegen ausgesprochen — aber ich kann von einer Auseinandersetzung absehen.

Ich behaupte: der Vorderarm des Menschen muss proniert werden, um gleich der pronierten vorderen Extremität der vierfüßigen Tiere dem pronierten Unterschenkel verglichen werden zu können.

Warum wurde der Unterschenkel und der Vorderarm der Vierfüßer proniert?

Die betreffenden Abschnitte der Gliedmaßen, Vorderarm nebst Hand, Unterschenkel nebst Fuß wurden proniert, um eine entsprechende Trittfläche für Hand und Fuß zu gewinnen. Wenn ich mir vorstelle, dass die ursprünglich platten Glieder sich zwischen Arm und Hand, Bein und Fuß gegliedert hätten und dass Hand und Fuß den Boden berührt hätten, so wären bei einer dorsalen Beugung Hand und Fuß nach hinten gekommen, bei einer ventralen Beugung freilich Hand und Fuß nach vorn, aber dann wäre die Dorsal-Fläche nach unten zum Boden gekommen. Beides sollte wohl als unzweckmäßig vermieden werden. Die Drehung der beiden axialen Skelettteile um einander (Pronation) brachte in erwünschter Weise den Fuß und die Hand mit der Vorlarfläche auf den Boden und zwar nach vorn. Oder fand vielleicht eine Pronation statt, weil die gekreuzte Stellung der beiden axialen Knochen eine größere Festigkeit oder Unterstützung gewährte?

Ich stelle mir den Vorgang in folgender Weise vor: Bei den adduzierten Gliedmaßen, die dann flektiert wurden, standen die beiden Knochen einander parallel in Supinationsstellung; oder was mir wahrscheinlicher ist, sie standen in einer Mittelstellung, der Radius vor der Ulna, so dass der kraniale Rand nicht medial, sondern kranial, der kaudale Rand nicht lateral, sondern kaudal gerichtet war. In diesem Falle musste der Rand der Extremität den Boden berühren,

was ebenso unzweckmäßig war, wie die Berührung mit der dorsalen Fläche bei einer vollkommenen Supinationsstellung.

Es trat deshalb eine Pronation ein, d. h. es drehte sich der Radius um die Ulna, die Tibia um die Fibula, so dass die Knochen sich kreuzten, und dass die Hand wie der Fuß mit ihrer Ventral-Fläche den Boden berührten. Die ventrale Fläche wurde bei der Hand zur Vola, beim Fuß zur Planta pedis. Die Drehung des Radius und der Ulna, der Tibia und der Fibula um einander machten verschiedene Stufen durch. Am Arm insonderheit des Menschen bildete sich neben der Pronation auch die Supination aus: die vordere Extremität wurde zu einem Greiforgan. Am Bein kam es nicht zur Bildung einer Supinations-Bewegung, im Gegenteil, es kam zu einer Super-Pronation, so dass die Fibula vollständig lateral zur Tibia sich stellte; — das Bein wurde zu einem Stützorgan. Die verschiedene Stellung des Radius zur Ulna, der Tibia zur Fibula sind in der Reihe der vierfüßigen Wirbeltiere in verschiedenen Repräsentanten zu finden. Darauf kann ich hier nicht eingehen.

Im weiteren Verlauf der Ausbildung wurde das Gelenk zwischen Arm und Hand zu einem mehr freien, so dass sowohl eine Volar- als auch eine Dorsal-Flexion möglich wurde, während der Fuß als Stützorgan in seiner dorsalflektierten Stellung sich befestigte.

Auf Grundlage dieser Homologie der Knochen kann man nun auch die Weichteile vollkommen und mit Erfolg homologisieren. —

Ich kann in dieser Mitteilung hier mich nur sehr kurz über die Weichteile äußern. Inbetreff der Muskulatur ist meiner bereits oben ausgesprochenen Ansicht nach die ventrale Muskelschicht des Oberarms der ventralen Schicht des Oberschenkels zu vergleichen, d. h. die Mm. biceps brachii, brachialis internus sind homolog dem M. quadriceps cruris, die dorsale Muskelschicht des Oberarms und die des Oberschenkels sind ebenfalls einander homolog, folglich der M. triceps brachii ist homolog dem M. biceps femoris, M. semimembranosus und M. semitendinosus. Am Vorderarm ist die dorsale Gruppe, aus den sog. Extensoren und Supinatoren bestehend, der eigentlich dorsalen Gruppe des Unterschenkels, d. h. den vorderen Muskeln (Tibial. anticus und den Extensoren) zu vergleichen; die ventrale Gruppe der Vorderarm-Muskeln, aus den sog. Flexoren und Pronatoren bestehend, der eigentlichen ventralen Muskelgruppe des Unterschenkels, der sog. Wadenmuskulatur zu vergleichen. In die Einzelheiten des Vergleichs gehe ich hier nicht ein: es ergeben sich hiebei mancherlei Schwierigkeiten und Differenzen.

Für Fuß und Hand ist die Frage leicht zu beantworten.

In Betreff der Nerven habe ich daran zu erinnern, dass die Gliedmaßen nach der allgemein giltigen Auffassung nicht als seitliche Fortsetzung der ganzen Körpermasse, sondern als Fortsetzungen oder

Auswüchse der vorderen und seitlichen Gegend angesehen werden. Wie viel Segmente dabei beteiligt sind, ist gleichgiltig. Dieser Auffassung entsprechend sind an der Versorgung der Muskulatur und Haut nur die vordern (ventralen) Aeste der Rückenmarksnerven beteiligt. In Uebereinstimmung mit der Anordnung der Muskeln in eine ventrale und eine dorsale Gruppe haben wir ventrale und dorsale Nerven zu unterscheiden. Am Oberarm ist ein dorsaler Nervenstamm der N. radialis, dagegen sind mehrere ventrale Nervenstämme, der N. medianus, M. musculacutaneus, der N. ulnaris, und die Haut-Nerven vorhanden. Am Bein sind auf proximalem Gebiet die dorsalen und ventralen Nerven zunächst vereinigt. Der N. ischiadicus vereinigt in sich sowohl Aeste des N. peroneus als auch des N. tibialis, d. h. Stämme, welche sowohl dem N. radialis, als dem N. medianus und N. ulnaris entsprechen. Der Endabschnitt des N. radialis ist homolog dem N. peroneus, die NN. medianus und ulnaris zusammen sind homolog dem N. tibialis, dessen einer Endast den N. plantaris internus (medialis) dem Endast des N. medianus, der andere Endast dem N. plantaris externus (lateralis) den Endästen des N. ulnaris entsprechen.

In Betreff der Blutgefäße erscheint eine homologe Anordnung vielleicht etwas schwieriger. Ich gehe davon aus, dass ursprünglich den beiden Muskelgruppen entsprechend, ein dorsales und ein ventrales Gefäßnetz vorhanden war — nicht ein axiales Gefäß. Im Laufe der Weiterentwicklung schwanden die vielen kleinen Gefäße, und ein größerer oder mehrere kleinere Stämme bildeten sich heraus. Dabei suchten die Gefäße insbesondere die geschützten Stellen der Glieder aus: sie verschwanden an dem Scheitelpunkt des Gelenkwinkels und erhielten sich in der Konkavität des Gelenkwinkels. — Darum sehen wir die Art. femoralis, wie die Art. axillaris in einer homologen Lage, dagegen die Art. poplitea und das distale Ende der Art. brachialis nicht. — Auf eine weitere Ausführung dieser Anschauung muss ich hier verzichten. Am Unterschenkel liegen die Gefäßverhältnisse einfacher als am Vorderarm. Das Hauptgefäß des Unterschenkels ist die Art. peronea, die sich distal in ihre Endäste Art. peronea anterior und posterior teilt. Sie hat 2 Aeste, die Art. tibialis anterior und posterior; beide können fehlen und werden dann durch den Endast der Art. peronea ersetzt. Am Vorderarm haben wir als Fortsetzung des einen ventralen Hauptstammes (Art. brachialis) die Art. interossea aufzufassen, die der Art. peronea zu vergleichen ist. Die Art. interossea posterior ist gleich der Art. tibialis antica, eine selten vorkommende Art. mediana, die den N. medianus begleitet, ist gleich der Art. tibialis postica. Am Vorderarm sind aber die genannten Gefäßstämme Art. interossea posterior und Art. mediana nie besonders entwickelt, statt dessen aber bestehen kollaterale Gefäßbahnen, die beiden großen Stämme, die Art. radialis und die Art. ulnaris, für die am Unterschenkel

keine homologen Aeste vorhanden sind, es sei denn, dass man kleine Muskel- resp. Hautäste als homolog auffassen wollte.

Was die Hautvenen anbelangt, so ist die Vena saphena major offenbar homolog der Vena cephalica und die V. saphena minor der Vena basilica. Die übrigen Venen verdienen keine Berücksichtigung.

Ich komme zur zweiten Hälfte meiner Mitteilungen, zu einer kritischen Uebersicht der bisher aufgestellten Theorien und Hypothesen über einen Vergleich der Gliedmaßen. Die Zahl der Theorien ist sehr groß; eine chronologische Darstellung würde viel Zeit und Raum in Anspruch nehmen. Ich begnüge mich, die zahlreichen Theorien unter gewisse allgemeine Gesichtspunkte zu bringen. Allgemeine Uebersicht haben bereits geliefert Martins (1857), Burt-Wilder (1861—72), Sabatier (1880), Berteaux (1891), Eisler (1895). Ich unterscheide folgende Theorien:

1. Die Theorie von Vicq d'Azyr (Analogie renversé).
2. Die Theorie von Bourgery (Théorie du croisement).
3. Die Theorie von Flourens.
4. Die Theorie von Martins (Hypothèse de torsion de l'humerus).
5. Die Rotations-Theorie der Embryologen.
6. Die Theorien von Foltz und Eisler.
7. Die Theorie von Albrecht, radio-präaxiale Verschiebungstheorie.

Nur die Theorie von Flourens und Albrecht enthalten Grundsätze, die ich anzuerkennen vermag — die andern Theorien sind alle mehr oder weniger unhaltbar.

Allen Autoren trat als hauptsächliche Schwierigkeit beim Vergleich die in entgegengesetzter Richtung geknickte Stellung der Glieder — Ellenbogen und Knie — und die daraus folgende Muskeldeutung entgegen; als weitere Schwierigkeit die ungleiche Stellung der Knochen des supinierten Vorderarms und des Unterschenkels; dieser letzte Punkt wurde von einigen Autoren durch die pronierte Stellung des Vorderarms beseitigt.

1. Vicq d'Azyr, ein bedeutender und berühmter Arzt und Anatom, stellte 1774 die Theorie auf: wir müssen, um zu einer richtigen Lösung der Schwierigkeiten zu gelangen, nicht die beiden Extremitäten ein und derselben Seite vergleichen, sondern die Extremitäten der entgegengesetzten Seite. Er vergleicht die rechte obere Extremität der linken unteren, und die linke obere der rechten unteren; dabei kehrte er die Extremitäten so, dass die Richtung des Ellenbogen und des Knie eine gleiche wurde. Dadurch erhielt er freilich eine Gleichstellung der beiden Hauptgelenke, Ellenbogen und Knie, ferner eine Gleichstellung der Extensoren und Flexoren am Oberarm und Oberschenkel, was ihm am meisten am Herzen lag. Er verglich dann ferner die beiden Knochen des supinierten Vorderarms und des Unterschenkels,

indem er den Radius der Fibula, die Ulna der Tibia gleichstellte; allein für Hand und Fuß ergaben sich unlösbare Schwierigkeiten. Einzelne der Zeitgenossen, Condorcet und andere, stimmten dieser Theorie bei, die späteren Autoren nicht, z. B. Blainville, Goethe etc.

2. Bourgery verwarf die Theorie Vicq d'Azyrs; er stellte 1832 eine neue Theorie auf, die von Cruveilhier (1843) anerkannt und insbesondere durch ihn verbreitet wurde. Man müsse, sagt Bourgery (Cruveilhier) den pronierten Vorderarm mit dem Unterschenkel vergleichen, weil der Unterschenkel sich in pronierter Stellnng befindet. Dadurch ist freilich ein großer Fortschritt gekennzeichnet, aber im Uebrigen besitzt die Theorie noch viel unhaltbare Grundsätze. Der Autor vergleicht den rechten Oberarm dem linken Oberschenkel und umgekehrt, was natürlich nicht zu verteidigen ist. Die beiden Knochen des Vorderarms und des Unterschenkels sind nicht als ganze Knochen miteinander zu vergleichen, sondern nur in ihren Teilen, gleichsam gekreuzt. Die Ulna entspricht in ihrem distalen (unteren) Abschnitt der Fibula, in ihrem proximalen (oberen) Abschnitt aber der Tibia, was nicht haltbar ist.

Obgleich diese Theorie „du croisement" bald verlassen werden musste, hat sie doch in Auzias Turenne noch einen Anhänger gefunden.

3. Die Theorie von Flourens (1838) weist einen hervorragenden Fortschritt auf. Fl. will die Gliedmaßen ein und derselben Seite und dabei den pronierten Vorderarm mit dem dauernd in Pronation befindlichen Unterschenkel vergleichen. Die Schwierigkeit, dass bei einem derartigen Vergleich der vorderen Fläche des Oberarms mit der vorderen Fläche des Oberschenkels, dem entsprechend die Muskeln zu vergleichen seien, beseitigt Flourens mit den kurzen Worten, dass die verschiedene Richtung der Gelenkstellung (Knie und Ellenbogen) nichts im Wesen der Knochen und in ihrer Homlogie ändere. Flourens hat nur eine kurze Mitteilung über seine Theorie gemacht; seine Absicht, ausführlich über die Weichteile zu handeln, ist nicht erfüllt worden. Flourens ist offenbar gar nicht verstanden worden, seine Ansicht, dass die Stellung der Gelenke unwesentlich sei, ist übersehen worden. Da Flourens sich über die Muskeln nicht offen und ausführlich äußert, so wenden alle seine Nachfolger gegen ihn ein, dass er die bestehenden Schwierigkeiten nicht gelöst habe. Ich selbst bin erst spät zu der Ueberzeugung gelangt, dass Flourens eigentlich bereits die Lösung des Rätsels gefunden habe. Erst als ich seine Original-Mitteilung studierte, entdeckte ich die in einer Anmerkung enthaltene Bemerkung.

4. Eine sehr auffallende, aber immerhin sehr interessante Erscheinung ist die Theorie oder Hypothese von der Torsion des Oberarmbeins, die Martins (Montpellier) im Jahre 1857 aufstellte: Hypothèse

de Torsion de l'humerus. Martins behauptet, man müsse sich vorstellen, dass der untere (distale) Abschnitt des Humerus gedreht (tordu) sei, dann sei die Homologie zwischen Humerus und Femur festgestellt, und die Schwierigkeit der Muskelvergleichung einfach gelöst. Bemerkenswert ist, dass Martins zuerst sich die „virtuelle" Torsion des Humerus nur dachte; aber später, als Gegenbaur meinte, eine wirkliche Torsion des Humerus wahrnehmen zu können, bekannte sich Martins dazu und sprach von einer torsion réelle. Und heute unterliegt es keinem Zweifel, dass eine Drehung, besser „Verdrehung" des Oberarmbeins, wie sie Martins und Gegenbaur lehrten, niemals beobachtet, oder, wie sie meinen, erfolgt ist. Das, was Gegenbaur thatsächlich am Oberarmbein beobachtete, die verschiedene Stellung des distalen Knochenabschnitts im Vergleich zum proximalen Abschnitt, beruht aber nicht auf einer Torsion oder Verdrehung des Humerus, sondern findet ihre Erklärung in andern Momenten. Durch die Drehung des distalen Humerus-Abschnittes sollte die auffallende Anordnung der Muskeln und die entgegengesetzte Stellung der Gelenke, Ellenbogen und Knie, erklärt werden. Es bedarf dieser Annahme einer derartigen Torsion nicht. — Die Torsions-Theorie von Martin und Gegenbaur kann heute als verlassen gelten. An ihre Stelle ist längst eine andere getreten.

5. Die Rotations-Theorie der Embryologen muss heute als diejenige Theorie gelten, die sich, vielleicht mit geringen Ausnahmen, der allgemeinen Anerkennung der wissenschaftlichen Welt erfreut. Die Theorie besteht darin, dass man die Gliedmaßen während ihrer Entwicklung eine Rotation, eine Drehung um ihre Längsaxe im entgegengesetzten Sinne beschreiben lässt. Wer diese Theorie zum ersten Male aufgestellt hat, vermag ich nicht mit Sicherheit anzugeben; es scheint, dass die englischen Schriftsteller Huxley und Humphry die Veranlassung dazu gaben. Die Hypothese ist dann weiter verfolgt und ausgearbeitet worden von den Embryologen Kölliker, Hertwig, ferner von Sabatier, Julien, Hatschek, Holl, Flower, Krause u. a. Man nimmt an, dass während des Embryonal-Lebens der Oberarm eine Rotation nach auswärts hinten, der Oberschenkel eine Rotation nach vorn einwärts gemacht habe. Dadurch sei, so folgert man, am Oberarm die Beugefläche nach vorn und die Streckfläche nach hinten gekommen, beim Oberschenkel aber umgekehrt in Folge der entgegengesetzten Rotation die Streckfläche nach vorn, die Beugefläche nach hinten gekommen. Es sollte eben durchaus bewiesen werden, dass die Extensoren resp. Flexoren der beiden Extremitäten einander homolog seien. Am schärfsten ist diese Ansicht zu finden in den Auseinandersetzungen von Kölliker und Hertwig.

6. Sehr sonderbare Theorien haben die Autoren Foltz und Eisler aufgestellt. Foltz (Lyon 1863) giebt dem Menschen die Stellung eines

Vierfüßers; er bringt den Vorderarm in Supination, die Hand wird (dorsal) flektiert, so dass die Hand nach hinten, der Daumen lateral gestellt wird. In Folge dessen vergleicht Foltz wie Vicq d'Azyr, die Ulna mit der Tibia, den Radius mit der Fibula, das Olecranon mit der Patella. Die sich weiter aus der eigentümlichen Stellung der Hand ergebenden Schwierigkeiten löst F. einfach dadurch, dass er erklärt: die große Zehe ist „binaire", sie gleicht den beiden letzten Fingern zusammen, der Daumen ist auch „binaire", er gleicht den beiden letzten Zehen! Dass dieser Vergleich kein richtiger ist, liegt auf der Hand.

Eisler (1895), obgleich er nicht völlig mit Foltz übereinstimmt, zeigt in seiner Theorie doch manche Uebereinstimmung mit dem Foltz-schen Vergleich. Eisler kehrt zu der alten Ansicht von Vicq d'Azyr zurück, dass der Radius mit der Fibula und die Ulna mit der Tibia zu vergleichen sei; er verwirft den Vergleich des pronierten Vorderarms mit dem (pronierten) Unterschenkel vollständig; der Unterschenkel sei gar nicht proniert. Schwierigkeit muss dabei insbesondere die Hand und der Fuß machen, weil bei jener gezwungenen Stellung der Daumen und die große Zehe nicht zu einander passen. Was thut Eisler, um hier den Vergleich aufrecht zu erhalten? Er behauptet, dass am radialen Rand der Hand 2 Finger, und am tibialen Rand des Fußes 2 Zehen fehlten; nur die andern Finger und Zehen seien einander homolog und vergleichbar, nämlich der Daumen und die 3. Zehe, der Index (II) mit der 2. Zehe, und der Mittelfinger (III) mit dem Hallux (I. Zehe). Ein weiteres Eingehen auf diese Eisler'sche Theorie erscheint mir nicht nötig. Meiner Ansicht nach sind beide Theorien, sowohl die von Foltz als auch die von Eisler, auf durchaus irrigen Anschauungen begründet und deshalb vollkommen unhaltbar.

7. Die Albrecht'sche Theorie. Albrecht's Theorie hat wenig Berücksichtigung gefunden, und wenn sie berücksichtigt worden ist, so hat man sie ohne weiteres verdammt. Und doch hat meiner Ansicht nach Albrecht Recht; — vielleicht wäre seine Theorie nicht so sehr in Misskredit gekommen, wenn Albrecht nicht unbequeme und schwer verständliche Bezeichnungen eingeführt hätte. — Ich selbst habe Albrecht's Auseinandersetzungen erst in ihrem vollen Umfange verstanden, nachdem ich auf andere Wege zu demselben Ziel gelangt war. Albrecht verwirft die Torsions-Theorie von Martins, die er die radio-postaxiale Torsion des Humerus nennt. Da er die Torsion des Humerus verwirft, so kommt er folgerichtig dazu, die vordere Muskelgruppe des Oberarms (M. biceps brachii u. s. w.) der vorderen Muskelgruppe des Oberschenkels und die hintere Muskelgruppe des Oberarms (M. triceps brachii) mit der hinteren Gruppe des Oberschenkels (M. biceps femoris u. s. w.) zu homologisieren. Die verschiedene Stellung der Vorderarmknochen erklärt Albrecht durch eine sogenannte

präaxiale Wanderung des Radius und eine postaxiale Wanderung der Ulna, oder kurz ausgedrückt durch die präaxiale Verschiebungstheorie des Radius. Prüft man im Einzelnen, was Albrecht hierüber berichtet, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass Albrecht dieselbe Bewegung im Sinne hat, die ich als Pronation oder Hyperpronation bezeichnet habe. Ueber die Knochen des Unterschenkels äußert sich Albrecht nicht.

Der Wert der Albrecht'schen Theorie liegt meiner Ansicht nach darin, dass er, die Torsionstheorie des Humerus gänzlich verwerfend, die entsprechenden vorderen Flächen des Oberarms und Oberschenkels mit einander verglich. Aber dadurch verstieß er gegen die geläufige Anschauung des Vergleiches der Extensoren mit den Extensoren und der Flexoren mit den Flexoren. Und deshalb wurde die Theorie Albrecht's ohne weiteres verdammt. — Wiedersheim erledigt das sehr kurz: er spricht in seinem Referat über Albrecht von der „verfehlten Vergleichung" der Muskulatur der Vorder- und Hinterextremität. — Wenn ich von Flourens absehe, so ist Albrecht der erste und einzige Autor, der durchaus richtig die Muskulatur der beiden Extremitäten nicht nach ihren Funktionen, sondern nur nach ihrer Lage einander homologisiert — das hat Niemand vor ihm gethan. Albrecht hat vollkommen Recht gehabt.

Ich bin zum Schluss gelangt: 1. Es wird heute ohne Zweifel anerkannt werden, dass der pronierte Vorderarm mit dem pronierten Unterschenkel verglichen werden muss, wie das Holl zuletzt betont hat. 2. Der Humerus ist nicht gedreht, er hat keine Torsion durchgemacht. Der Unterschied zwischen den Brust- und Beckengliedmaßen besteht nur darin, dass die beiden Glieder im entgegengesetzten Sinne geknickt und gebogen sind. Dadurch werden die Knochen und Weichteile in ihrer Lagerung nicht verändert, folglich wird ihre Homologie nicht gestört. Die ventrale Fläche des Oberschenkels ist gleich der ventralen Fläche des Oberarms. Ich halte das für eine unbedingt feststehende Sache, für eine Wahrheit.

Ein alter Spruch sagt aber: „Nichts ist einer neuen Wahrheit verderblicher als ein alter Irrtum". — Dass unbedingt alle Extensoren und alle Flexoren einander homolog sein sollen — ist ein sehr alter Irrtum.

Ich bin begierig, ob auch dies Mal der alte Irrtum die neue Wahrheit besiegen wird, wie vor 2 Decennien, als Albrecht seine Lehre vortrug. Ich will hoffen, dass dies Mal die neue Erkenntnis über den alten Irrtum triumphieren wird! — [70]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **1. November 1897.** **Nr. 21.**

Inhalt: **Hertwig u. Roux**, Entwicklungsmechanik. — **Duncker**, Korrelationsstudien an den Strahlzahlen einiger Flossen von *Acerina cernua* L. — **Schiemenz**, Hat das Ur-Rind (*Bos primigenius* Boj.) noch in historischer Zeit gelebt? — **Wasmann**, Karl Ernst v. Baer und seine Weltanschauung. — Handbuch der Anatomie des Menschen.

Entwicklungsmechanik.

O. Hertwig: Zeit- und Streitfragen der Biologie. Heft 2: Mechanik und Biologie. Mit einem Anhang: Kritische Bemerkungen zu den Entwicklungsgesetzen von W. Roux. Jena 1897. 211 Stn.

Wilh. Roux: Programm und Forschungsmethoden der Entwicklungsmechanik der Organismen. Zugleich eine Erwiderung auf O. Hertwig's Schrift: Biologie und Mechanik. Leipzig 1897. 203 Stn. (Die Schrift ist zugleich im V. Bd. des Archivs für Entwicklungsmechanik abgedruckt unter dem Titel: Für unser Programm und seine Verwirklichung.)

Für neue Richtungen der Wissenschaft ist der Widerstreit der Meinungen, den sie erzeugen, eine mindestens ebenso wichtige Existenzbedingung als die Anerkennung, welche ihnen zu teil wird. Der Protest der herkömmlichen Denkweise gegen das „Neue" setzt dieses erst in die Lage, seine Daseinsberechtigung im Kreise der alten Gedanken und Methoden oder an Stelle von solchen zu erweisen und zu sichern. Ein derartiger Streit ist, wenn sachlich geführt, schon um deswillen besonders fruchtbar, weil es gemeinhin nicht sich um den Ersatz einer gänzlich falschen durch eine ganz vollendete, fertige Lehre handelt: sondern um die Neugestaltung, Umformung einer dem früheren Stande von Erfahrungen und Theorien angemessenen, „provisorischen" Fassung ev. Lösung des Problems durch neue, gleichfalls provisorische Aufstellungen; zumeist also um eine Ergänzung, Erweiterung oder Einschränkung älterer Lehren und Vorstellungen. Das Auffinden des „dritten Gemeinsamen" für derartige Fälle ist aber nicht anders denkbar als durch schärfstmögliche Definition der bewusst oder unbewusst auf beiden Seiten verwendeten „Axiome": daher ein der-

artiger Streit von irgend erheblicher Tragweite gemeinhin so schnell den Charakter eines „philosophischen Streites" anzunehmen pflegt, sei es über teleologische oder mechanistische Auffassung der Dinge, oder wie der in vorliegender Diskussion, über „Kasuistik", „Kräfte", „Beobachtung" und Wert ihrer Hilfsmittel.

Des coups des opinions jaillit la vérité: von diesem Gesichtspunkte aus glauben wir die in den beiden obengenannten Schriften breit ausgesponnene Polemik über Voraussetzungen, Methoden und Ziel der Entwicklungsmechanik als eine fruchtbare und wertvolle bezeichnen zu dürfen. Im Nachfolgenden soll, unter Weglassung der persönlichen Polemik sowie der Kritik und Widerkritik über spezielle Arbeiten der beiden Autoren eine gedrängte Darlegung des Allgemeinwichtigen in den beiden Publikationen versucht werden. Es ist kaum möglich, so starken Meinungsdivergenzen, wie sie über die hier behandelten Fragen ausgesprochen worden sind, im Auszuge gerecht zu werden; deshalb sind an allen wichtigeren Punkten die Originalfassungen eingefügt.

In seiner Einleitung charakterisiert O. Hertwig an der Hand von Aussprüchen Kant's, Du Bois-Reymond's, Schleiden's, Roux', die mechanische Richtung in der Naturwissenschaft, welche für alle Gebiete der Untersuchung die Rückführung ihrer Sondererscheinungen auf Bewegungen größerer und kleinster Stoffmassen sowie die mathematische Darstellung dieser Bewegungen erstrebt. In der Biologie ist es die von Roux begründete Richtung der „Entwicklungsmechanik", welche diese Aufgabe speziell zu der ihren gemacht hat. Ziel und Aufgabe der Entwicklungsmechanik sind nach O. Hertwig auf unklaren und zum Teil unrichtigen Voraussetzungen, namentlich in Hinsicht auf die Begriffe „Mechanik" „Kraft" und „Ursache" und deren naturwissenschaftliche, speziell biologische Verwendbarkeit aufgebaut.

Da Roux das Wort „Mechanik" nicht in dem engeren Sinne der Schulphysik: als einer ursächlichen Lehre von den Massenbewegungen, sondern (außer als alles Geschehen umfassende universelle Bewegungslehre) in der allgemein philosophischen Deutung als Lehre von allem der Kausalität unterstehenden, und in Hinsicht darauf untersuchten Geschehen gebraucht, so hat H. gegen die Verwendung des Namens theoretisch nichts einzuwenden: denn alle Naturwissenschaften gehen von der Voraussetzung aus, dass jeder Naturprozess „allein dem Gesetze der Kausalität unterliege", und können als mechanische bezeichnet werden, „insofern nur ihre Gegenstände als ein System notwendig verbundener Teile untersucht und dargestellt werden". In der Anwendung bedeutet es indessen keinen Fortschritt, wenn die auf dieser Voraussetzung beruhenden Einzelwissenschaften statt z. B. als „Entwicklungslehre", „Geologie", „Psychologie"

nunmehr als Entwicklungsmechanik, Geomechanik etc. das gleiche Untersuchungsgebiet bebauten.

In der Biologie lassen sich nach Hertwigs Auffassung nur sehr beschränkte Gebiete und diese nur annäherungsweise als Mechanik (im engern Sinne) darstellen: wie das Skelett- und Muskelsystem oder die „mechanischen Gewebe" der Pflanzen (Schwendener) etc. Für die Entwickelungslehre würde die mechanische Betrachtungsweise nur versuchen können, eine Auflösung der tierischen Gestaltung in die nach Größe, Richtung und Kombinationen zu untersuchenden „Bewegungen" der Zellen und Zellteile vorzunehmen: eine Aufgabe, die wegen der ungeheuren Komplizirtheit der bewegenden Kräfte und der Unmöglichkeit, die kleinen und kleinsten Teile des Systems ohne Zerstörung eben des Systems zu verfolgen, unübersteigliche Schwierigkeiten enthält. Alle übrigen Vorgänge der Entwicklung, vor allem fast durchweg die histologische Differenzierung, entziehen sich einer physikalisch-mechanischen Untersuchung.

In zwei Abschnitten über die tendenziöse Verwendung des Begriffs ***Mechanik in der Biologie*** durch Lotze und durch Roux giebt Hertwig zunächst eine Skizze des Kampfes zwischen Vitalismus und Mechanismus, in welchem Lotze's eingehende Analyse eine so wichtige Rolle spielte. Unter Hinweis auf die gegenwärtig fast allgemeine Anerkennung mechanischer Auffassung der Lebewelt versucht er darzuthun, dass die Tendenz, welche Roux mit dem Namen verbinde, eine andere sei: nämlich die Begründung einer „neuen höheren Art der entwicklungsgeschichtlichen Forschung", beziehungsweise der Biologie, einer kausalen Wissenschaft der Organismen im Gegensatze zu der deskriptiven Erforschung derselben. Demgegenüber ist Hertwig der Meinung, dass eine scharfe Grenze zwischen beschreibenden und ursächlichem Wissen nicht aufstellbar ist, also auch ein wesentlicher Unterschied nicht bestehe. Die bisherige Entwicklungslehre „lehrt uns keineswegs nackte zusammenhangslose Thatsachen, sie lehrt uns vielmehr Reihen von Thatsachen, die in einem absolut notwendigen, ursächlichen Verhältnis zu einander stehen".

„In dieser Richtung hat die Forschung seit 50Jahren die wichtigsten kausalen Erkenntnisse zu Tage gefördert. Ist nicht kausal die Erkenntnis, dass die Eier und Samenfäden einfache Elementarorganismen oder Zellen sind, und dass sie schon als solche, wenn die geeigneten Bedingungen erfüllt sind, alle Ursachen (von den causae externae abgesehen) in sich vereinigen, welche zur Entstehung des neuen Geschöpfes erforderlich sind, und sie sofort auch in Wirksamkeit treten lassen? ist nicht kausal die Erkenntnis, welche uns zeigt, in welcher Weise Stufe für Stufe Ursachen und Wirkungen (Zellvermehrung, ungleiches Wachstum, Einfaltung, Ausstülpung etc.) sich in gesetzmäs-

siger Weise abspielen und eine Entwicklungsform nach der andern ins Dasein treten lassen; dass der Entwicklungsprozess in seinen ersten Gründen auf der fast ins Unendliche fortschreitenden Vermehrung der Eizelle auf dem Wege der Selbstteilung beruht, dass die Zellen sich nach festen Gesetzen zu Keimblättern zusammenordnen, dass fast alle noch so kompliziert gebauten Organe des erwachsenen Tieres nach einigen wenigen, einfachen Wachstumsprinzipien durch Einfaltung und Ausstülpung der Keimblätter oder durch Auswanderung von Zellen aus dem epithelialen Verbande formal entstanden sind?" „Es ist theoretisch sogar denkbar, und nur infolge der Unzulänglichkeit unserer Beobachtungsmittel kaum anzunehmen, dass auf dem bisherigen Wege der Forschung eine fast astronomische Erkenntnis des Entwicklungsprozesses erzielt werde, mit genauester Angabe von Bahnen, Bewegungsgeschwindigkeit etc. für jede einzelne Zelle u. s. w.

Wenn Roux diese Untersuchungsergebnisse nur „gestaltliche" nennt, so beruht dies nach H. hauptsächlich auf einer Verwechslung der Begriffe *Ursache* und *Kraft*, welche speziell in dem Roux'schen Satze zum Ausdruck kommt: „Da man die Ursachen jedem Geschehens Kräfte resp. Energien nennt, so kann man als das allgemeine Ziel der Entwicklungsmechanik die Ermittlung der gestaltenden Kräfte oder Energien bezeichnen."

Beide sind indessen nicht identisch:

„Mit Schopenhauer, Lotze nennen wir kausal die Forschung und die Wissenschaft, welche uns die Erscheinungen dieser Welt in ihren ursächlichen Zusammenhängen darstellt, das heisst: uns nachweist, dass Erscheinungen in notwendigem Verhältnis von Ursache und Wirkung zu einander stehen. Wir nennen es daher, wie schon früher erwähnt wurde, ein kausales Verhältnis erforschen und erklären, wenn gezeigt wird, wie sich die Gastrula durch Einfaltung aus einer Keimblase, das Rückenmark durch Zusammenfalten einer Zellenplatte zum Rohr anlegt u. s. w.

Die folgende Analyse des „Kraft"-Begriffs wendet sich in längerer Auseinandersetzung gegen die altbekannte missbräuchliche Verwendung dieses Begriffs, welche eine höhere Erkenntnis vorspiegelt, wo nur einfachste Beschreibung möglich ist („elektrische Kraft"-Elektrizität u. s. w.). Dass der Begriff „Kraft" in dem angefochtenen Sinne wirklich von Roux gebraucht werde, soll eine Untersuchung des Roux'schen Begriffes der in der obigen Definition genannten „gestaltenden Kräfte" darthun.

„Was sollen wir uns, bei Lichte besehen, unter Ermittlung von gestaltenden Kräften vorstellen? Physik und Chemie kennen solche vor der Hand nicht. Und mit Recht. Denn der Begriff „Kraft" zielt, wenn er mit Nutzen verwandt werden soll, immer auf das Allgemeine der Erscheinungen, auf allgemeine Eigenschaften

der Materie; daher er am meisten in der Physik, schon weniger in der Chemie gebraucht wird und in der Biologie ohne Schaden entbehrt werden könnte. Die Verbindung der beiden Worte „gestaltende Kraft" insbesondere schließt eine naturwissenschaftlich brauchbare Verwendung des Kraftbegriffes geradezu aus. Denn Gestalt ist stets etwas Besonderes, etwas Konkretes, wodurch ein Ding sich vor einem anderen Ding auszeichnet. Der Ausdruck „gestaltende Kraft" ist wissenschaftlich ebenso wertlos, wie die „Lebenskraft", welche Lotze durch seine mechanischen Lehren hatte beseitigen wollen".

„Wer von gestaltenden Kräften redet, kommt in die Lage, so viele einzelne Gestaltungskräfte annehmen zu müssen, als es verschiedene Gestalten giebt. Eine Kraft, welche einen Kochsalzkrystall erzeugt, muss von der Kraft, welche einen Krystall von Glaubersalz schafft, ebenso verschieden sein, als das auskrystallisierte Kochsalz sich in seinen Eigenschaften vom auskrystallisierten Glaubersalz unterscheidet. Und Gleiches gilt von jeder tierischen, von jeder pflanzlichen Gestalt. An Stelle des Heeres der organischen Gestalten erhalten wir auf diese Weise nur ein Heer von gestaltenden Kräften.

Im Organismenreich zerfällt uns aber der Begriff „gestaltende Kraft" unter unseren Händen noch weiter. Jede organische Gestalt entwickelt sich, wie wir wissen. Im Entwicklungsprozess eines Tieres folgen sich zahlreiche Gestaltungen aufeinander, die sich eine in die andere gesetzmäßig umwandeln. Folglich müssen wir, wenn wir die Besonderheit einer Gestalt als das Ergebnis einer gestaltenden Kraft bezeichnen, konsequenter Weise auch so viele verschiedene gestaltende Kräfte, als es Formstufen in der Entwicklung giebt, und eine Umwandlung derselben ineinander annehmen; wir müssen zum Exempel der Froschblastula eine Froschgastrula bildende Kraft und dieser wieder eine Neurula bildende Kraft zuschreiben und so weiter jedem Entwicklungsstadium eine Kraft, welche sich in dem nachfolgenden verwirklicht".

Eine andere Auffassung des Begriffs führt ebensowenig zum Ziele. Man könnte daran denken, „die Kraft, welche eine zusammengesetzte Gestalt erzeugt, in einzelne Komponenten, in Kombinationen von Energien (?) zu zerlegen" („gestaltend wirkende Kombinationen von Ursachen", „komplexe Komponenten" etc. Roux). Als solche hat Roux z. B. die elementaren Zellfunktionen der Assimilation, Dissimilation, die Selbstbewegung, den Cytotropismus, die trophischen Wirkungen funktioneller Reizung eingeführt. Hertwig bemerkt dazu:

„Eine Zerlegung des Begriffs „gestaltende Kraft" in Komponenten lässt sich wohl am bequemsten in der Weise erreichen, dass man die organische Gestalt in ihre verschiedenen Teile zerlegt und für

diese die gestaltenden allgemeinen Kräfte setzt. Man erhält dann anstatt der allgemeinen Gestaltungskraft eine Schar besonderer gestaltender Kräfte, wie muskelbildende, nervenbildende, leber-, knochenbildende Kraft u. s. w. Auf dem betretenen Wege noch weiter schreitend kann man alle Elementarteile, welche man durch anatomische Analyse und Methode dargestellt hat, als Träger gestaltender Kräfte bezeichnen und dadurch noch eine weitere Zerlegung in besondere gestaltende Kräfte herbeiführen. In dieser Weise könnte man von einer gestaltenden Kraft der Zelle, des Kerns und der wieder im Protoplasma unterscheidbaren Elementarkörnchen sprechen (Roux' Isoplassonten, Autokineonten, Automerizonten, Idioplassonten)." Eine derartige Behandlung der Fragen würde also gleichfalls nur eine Umschreibung der Fragen sein.

„Noch ein dritter Weg bleibt zu versuchen, die „gestaltende Kraft" direkt in die Grundkräfte der Physik zu zerlegen und die organischen Gestalten direkt aus komplexen Komponenten von Schwerkraft, Kohäsionskraft, chemischen, elektrischen, magnetischen Kräften zu erklären. Dass dieser Weg ebenfalls nicht der rechte ist, braucht kaum einer näheren Darlegung. Zwar sind die Grundkräfte der Natur wie in den unorganischen Körpern auch in den Organismen wirksam und können, wo sie sich in Erscheinungen zeigen, untersucht werden, aber wir können keine „gestaltende Kraft" durch Kombination von Schwerkraft, Kohäsionskraft, chemischer, elektrischer Kraft konstruieren oder durch Vereinigung von ein bischen Schwerkraft, chemischer Kraft, Kohäsionskraft zur Symbiose à la Dreyer organische Gestalt produzieren." Das Ergebnis dieses ersten Teils fasst Hertwig dahin zusammen: „dass es sich mit dem Begriff der „gestaltenden Kraft" oder „Energie" in einer Beziehung genau so verhält, wie mit dem älteren Begriff der Lebenskraft; so wenig wie diese ist sie eine allgemeine Naturkraft, da es keine allgemeine Gestalt, sondern nur besondere Gestalten giebt. Weder die eine noch die andere lässt sich mit den Kräften der Physik vergleichen. Letztere sind wissenschaftlich brauchbare Begriffe, sie lassen sich in ihrer Bedeutung genauer definieren; mit dem Begriff „gestaltende Kraft" lässt sich in der Naturwissenschaft ebensowenig anfangen, als mit den unzähligen besonderen Kräften, die man im gewöhnlichen Leben jedem Dinge beilegen kann, wenn man von einem aktiven Zustand desselben reden will (Verdauungskraft des Magens und Darms, Nerven- und Muskelkraft, Kaufkraft des Geldes, Widerstandskraft eines Heeres etc.). Daher ist es naturwissenschaftlich richtiger, von den Erscheinungen, die sich, soweit die Beobachtung reicht, genau definieren lassen, als von gestaltenden Kräften zu sprechen, die doch immer nur für jeden einzelnen Fall besondere sind, da die Gestalt oder Form stets etwas

Konkretes ist, durch welches sich ein Ding von anderen unterscheidet."

Im zweiten Hauptteil („Die *Methode* der Entwicklungsmechanik" wendet sich Hertwig gegen die Ueberschätzung des Experiments als Untersuchungsmethode gegenüber der direkten Beobachtung des normalen Geschehens, welche er in allen Schriften Roux' findet.

Beobachtung stellt in allen Fällen die Grundlage unserer Erkenntnis dar; und zwar vermittelt sie, indem sie unserm Denken die regelmäßige Wiederholung gewisser Aufeinanderfolgen von Erscheinungen, zeiträumliche Veränderungen darbietet, nicht nur zusammenhangsloses Thatsachenmaterial, sondern „auch ursächlicher Erkenntnis". Für die anorganischen, relativ unveränderlichen Körper, bilde das Experiment, indem es dieselben verändert, ein hervorragendes Hilfsmittel der Beobachtung: anders in der lebenden, „stets beweglichen, stets veränderlichen" Welt. „Im Gegensatz zu letzterer sind die unorganischen Körper verhältnismäßig unveränderlich; sie gewähren daher für direkte Beobachtung und darauf beruhende kausale Erkenntnis nur selten Angriffspunkte. Hier hat sich der mit Bewusstsein beobachtende, d. h. der die Natur erforschende Geist des Menschen ein mächtiges Hilfsmittel in dem Experiment bereitet. Er zwingt die Stoffe, sich zu verändern, und gewinnt so die Möglichkeit, eine ganz neue Welt von Erscheinungen und gegenseitigen Beziehungen zu entdecken, welche der Beobachtung allein für gewöhnlich verborgen geblieben sein würden".

Trotzdem stellt das Experiment auch in der Biologie ein wichtiges Hilfsmittel der Beobachtung neben vielen anderen, in manchen Fällen vielleicht das einzige dar; obwohl es häufig viel weniger als die einfache Beobachtung leistet (Spallanzani's Deutung seines Befruchtungsexperiments; direkte Beobachtung des Blutkreislaufs in durchsichtigen Objekten). Da ferner das Experiment am Lebenden zahlreiche Störungen verchiedener Art hervorruft und oft bei Wiederholung nicht das gleiche Resultat ergiebt, stößt die Deutung des Experiments und seiner Ergebnisse auf viel größere Schwierigkeiten als in Physik und Chemie. „In der Entwicklung eines Tieres aus dem Ei rufen Eingriffe, die wir zum Zweck eines Experiments vornehmen, häufig Störungen hervor, deren Natur und Umfang wir im Voraus zu bestimmen, ganz außer Stande sind. Oft ist ihr Endprodukt ein Monstrum. Dabei zeigt sich, dass die verschiedensten Eingriffe ähnliche Erscheinungen und Missbildungen bewirken. So haben zum Beispiel beim Froschei Druck, abnorme Temperaturen, mechanische Zerstörung einzelner Teile, Veränderung des Eies durch Centrifugalkraft, che-

mische Agentien, wenn sie auf einem bestimmten Stadium einwirken, sehr ähnliche Missbildungen zur Folge, obwohl die von außen einwirkenden Ursachen (causae externae) so ganz verschieden von einander sind." „Experimentelle Eingriffe in den Entwicklungsgang liefern im Großen und Ganzen nur Material zur Pathologie der Entwicklung, welche allerdings ein ziemlich umfangreiches und auch nicht uninteressantes Forschungsgebiet ist; sie tragen so namentlich zur Erklärung der durch natürliche Zufälligkeiten erzeugten Missbildungen viel bei. Dagegen müssen wir entschieden in Abrede stellen, dass das Experiment das erfolgreichste Mittel für eine kausale Erklärung des normalen Entwicklungsprozesses sein soll. Vielmehr wird stets das Studium der normalen Entwicklungsvorgänge selbst, namentlich auf der Grundlage der vergleichenden Embryologie, uns über das Entwicklungsgesetz besser aufklären, als das Studium experimentell erzeugter Missbildungen."

„In dem Entwicklungsprozess eines Tieres legt die Natur dem Forscher ihre Geheimnisse offen vor, bietet ihm die Quelle unermesslicher Erkenntnis, die nicht erst durch das Experiment erschlossen zu werden braucht."

„Es giebt gewiss viele Fragen, denen man sogar nur mit Hilfe des Experimentes auch in der Biologie näher treten kann; diesen aber einen höheren Erkenntniswert beizumessen, als Fragen, auf welche uns schon die Beobachtung der Natur mit anderen Methoden Auskunft giebt, liegt kein logischer Grund vor. Die Art des Hilfsmittels, mit welchem eine Entdeckung gemacht wird, entscheidet nicht über ihren größeren oder geringeren Erkenntniswert".

In der Zusammenfassung giebt Hertwig eine Skizze der früheren „biomechanischen Bestrebungen" und schließt mit einer Betrachtung über die Ueberschätzung der Mathematik für die Behandlung biologischer Aufgaben, welche an dem bekannten Passus Fechner's über eine physiognomische Approximationsformel erläutert wird. Wir müssen hinsichtlich dieser Studie aufs Original verweisen. Der „Anhang" („Kritische Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Roux") setzt sich aus 4 Studien (Mosaiktheorie; Kopulationsbahn; Definitionen; normale und anormale Entwicklung; Selbst- und abhängige Differenzierung; Cytotropismus) zusammen. Sie können hier im Auszug ebensowenig wie die widerlegende Entgegnung Roux' referiert werden.

In einem geistvollen Schlusskapitel: „Das Ei als Zelle und als Anlage eines vielzelligen Organismus macht Hertwig einen Versuch, für die „epigenetische Evolution" des Eies die hauptsächlichsten Faktoren der Entwicklung, wie sie sich nach seiner Auffassung heute darbieten, aufzuzeigen.

Die Erwiderung Roux' behandelt in den beiden Hauptteilen die Ziele und besonderen Aufgaben der Entwicklungsmechanik bezw. deren Methodik in kritischer und programmatischer Darstellung. Ein dritter kürzerer Abschnitt erweist gegenüber den von verschiedenen Seiten erhobenen Einwendungen die historische, sachliche und sprachliche Berechtigung des Namens „Entwicklungsmechanik"; das vierte Kapitel widerlegt in einer zugleich an methodologischen Bemerkungen reichen Erwiderung auf die „kritischen Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Roux" die wichtigsten der Hertwig'schen Einwände gegen spezielle Ergebnisse Roux'scher Untersuchungen. Hertwig's Einwendungen führt Roux teils auf Missverständnisse, größtenteils aber auf unzureichende Information Hertwig's zurück. Wir verweisen für diese beiden spezielleren Abschnitte auf das Original.

In den beiden ersten Kapiteln beabsichtigt Roux den der Entwicklungsmechanik noch ferne Stehenden eine leichtverständliche und vollkommene Einführung in die Aufgaben und Methoden dieser Disziplin darzubieten. Aus historischen Gründen beginnt jeder Abschnitt mit einem Auszug aus des Verfassers früheren bezüglichen Darlegungen.

Das *Ziel* der Entwicklungsmechanik besteht in der „Ermittelung der ganzen Reihe nächster, naher und entfernter, resp. spezieller und allgemeiner Ursachen jedes organischen Bildungs- und Erhaltungsvorganges, einerlei, ob es sich um progressive oder regressive Bildungen oder sogenannte bloße Umbildungen handelt. Je nach der Definition von „Ursache" oder „Kraft" erhält die spezielle Definition dieses Zieles eine andere „Fassung", womit aber praktisch nichts gefördert wird". Mit anderen Worten und in einfachster Definition bezeichnet Roux als Ziel der Entwicklungsmechanik die „Zurückführung der organischen Gestaltungsvorgänge auf die wenigsten und einfachsten „Wirkungsweisen", also die Zurückführung jedes speziellen Gestaltungsvorgangs auf die ihn bedingenden besonderen Kombinationen dieser generellen Wirkungsweisen, wobei jede dieser ursächlichen Wirkungsweisen nach Oertlichkeit, Zeit, Richtung, Größe und Qualität zu bestimmen ist". Je nachdem diese „gestaltend wirkenden Kombinationen von Ursachen", dieselben wie diejenigen des „anorganischen" Geschehens oder „spezifisch-organische", vorläufig nicht weiter zerlegbare sind, bezeichnet R. sie als „einfache" oder „komplexe" Komponenten. Zu letzteren gehören z. B. die „elementaren Zellfunktionen" der Assimilation, Dissimilation, Selbstbewegung der Zelle im allgemeinen etc.; die „trophische Wirkung funktioneller Reize; die Erscheinungen der Cytotaxis und des Cytotropismus; die Bedeutung der verschiedenen „Gestalt" der ersten Furchungszellen für die Entstehung von Halb- oder Ganzembryonen u. s. w.

„Obschon es unserer unmittelbaren Auffassung entspricht, dass auch diese Wirkungsweisen in letzter Instanz auf anorganischen, also „einfachen" Wirkungsweisen beruhen, so verleiht doch die Kompliziertheit ihrer Zusammensetzung diesen Komponenten Eigenschaften, welche von denen der anorganischen Wirkungsweisen oft so erheblich verschieden sind, dass sie den Leistungen dieser nicht nur sehr unähnlich sind, sondern ihnen zum Teil geradezu zu widersprechen scheinen".

Die bisherigen Ableitungen der Formbildungen bestanden überwiegend in der Zurückführung auf „Faltungs-, Ausstülpungs-, Verschmelzungs-, Abschnürungsvorgänge u. dergl."; sowie dieser Vorgänge „auf Vergrößerung, Verkleinerung, Umgestaltung, Teilung und Umordnung der Zellen". „Diese Unterscheidungen sind bloß ‚gestaltliche'. Wir wissen, dass „jeder" dieser Gestaltungsvorgänge durch zum Teil „verschiedene" Ursachen und „verschiedene" derselben durch „zum Teil gleiche" Ursachen bedingt sein können". (Vergl. dazu das im Einzelnen ausgeführte instruktive Beispiel S. 7 ff.: Analyse der möglichen verschiedenen Ursachen einer Plattenbiegung). Eben diese Untersuchung der organischen Gestaltungsvorgänge nach den „Ursachen" und deren „spezifischen Kombinationen": die Zurückführung der „zahlreichen Einzelgestaltungen auf eine mit der Zeit immer kleinere Minderheit gestaltender ‚konstanter Wirkungsweisen'" stellt das nächste Ziel der Entwicklungsmechanik dar.

„Danach wird es des Weiteren versucht werden können, die aufgefundenen beständigen gestaltenden Wirkungsweisen des lebenden Substrates selbst wieder von noch allgemeineren Wirkungsweisen abzuleiten, und diese selber schließlich gleich den mechanischen Massenwirkungen auf im Bereiche des Anorganischen erkannte Wirkungsarten, resp. auf die ihnen supponierten Kraftformen zurückzuführen".

Aus diesen Definitionen ergiebt sich von selbst die Bedeutung und Berechtigung des Ausdrucks *„gestaltende Kräfte"*. „Da man die Ursachen jedes Geschehens Kräfte resp. Energien nennt, so kann man als das allgemeine Ziel der Entwicklungsmechanik die „Ermittelung der gestaltenden Kräfte oder Energien" bezeichnen". An diesen von H. zitierten Satz, in welchem R. anstatt an die philosophisch definierte Ursache an den populären Gebrauch des Wortes Kraft (Ursache des Geschehens) anknüpft (s. R. S. 44), schließt sich sofort der einem Missverständnis vorbeugende Passus: „Insofern uns jedoch die Kräfte und Energien nur durch ihre Wirkungen, d. h. jede Art derselben durch ihre besondere Wirkungsweise bekannt werden, lässt sich diese Aufgabe auch als die „Ermittelung der gestaltenden Wirkungsweisen" definieren". Darnach bedeutet die Aufsuchung der „gestaltenden Kräfte" praktisch soviel wie die Aufsuchung der gestaltenden Wirkungsweisen: in diesem Sinne allein lassen sich die be-

treffenden Stellen bei R. auffassen. So, als „Hilfsbegriffe“ zur Vereinfachung der Ausdrucksweise (Kirchhoff, s. R. S. 46) werden „Kräfte“ auch in Physik und Chemie verwendet. Durch eine „einfache Beschreibung des Gesehenen nach seinem äußeren Schein“ nach Hertwig vermag die Untersuchung auf die „gestaltenden Kräften“ in keiner Weise ersetzt zu werden.

Denn „es handelt sich für uns nicht, wie H. glaubt, um einfache, das heißt kurze und klare sowie vollständige Beschreibung des unmittelbar Wahrnehmbaren einer einzelnen Bewegung; sondern erst die auf Grund überaus vielseitiger Beobachtungen, in schwierigen Fällen auch auf Grund besonderer Experimente, gewonnene Einsicht vom Wesentlichen dieser Vorgänge ermöglicht die von Kirchhoff gemeinte vollständige und einfachste, das heißt „mit den wenigsten und allgemeinsten Annahmen auskommende“ Beschreibung des wirklichen Geschehens, nicht bloß seines äußeren Scheines“.

„Das bezügliche Geschehen muss überhaupt erst auf die von uns genannte Weise vollständig ‚erforscht‘ sein, ehe wir es vollständig und auf diese einfachste Weise beschreiben können“. Die Beschreibung selber kann uns von diesem Wissen nichts ‚lehren‘, was wir nicht zuvor auf nicht bloß das Gesehene beschreibende, sondern auf eine das Wesentliche aus wieder zum Teil experimentell erzeugten Fällen abstrahierende Weise erforscht haben“.

„Was so erforscht worden ist, das können wir dann auch beschreibend darstellen“.

Für die Entwicklungsmechanik der Organismen bezeichnet speziell der Ausdruck „gestaltende Kräfte“ jene „Kräfte und Kräftekombinationen“, welche bleibende Gestaltungen oder Vorstufen solcher produzieren. Das Wort „bleibend“ ist dabei im Gegensatz zu den wechselnden und rasch sich wiederholenden Gestaltungen gedacht, welche bei der Funktionierung der Organe z. B. der Muskeln, der Drüsen, gleichwie bei der Thätigkeit einer Maschine stattfinden, während die eventuell gleichfalls durch die Funktionierung hervorgebrachten, der „funktionellen Anpassung“ Roux zugehörigen Gestaltungen zu den „bleibenden“ Gestaltungen gerechnet werden, obschon auch sie wie alle organischen Gestaltungen nichts Bleibendes in absolutem Sinne darstellen.

Es versteht sich von selbst, dass bei der Aufsuchung dieser Kräfte nicht wie Hertwig glaubt, an eine besondere Kraft für jede besondere Form zu denken ist. Die Zeit für derartige Substanzialisierungen ist, wie R. richtig bemerkt, längst vorüber; die Verwendung der „Kräfte“ im Sinne der Physiker ist bereits populär geworden.

Die dritte der von Hertwig erwähnten Möglichkeiten: Die „direkte Zerlegung der organischen gestaltenden Kraft in die Grundkräfte

der Physik", welche Hertwig verwirft, ist deshalb in der That das Ziel der Entwicklungsmechanik.

Als ein Beispiel derartiger Ableitungen gestaltlicher Leistungen von einer einfachen und einer komplexen Komponente führt R. hier diejenige der trajektoriellen neuen Knochenstruktur nach Knochenbrüchen und bei Ankylosen an. Dieselbe leitet sich ab von der Fortpflanzung des Zuges und Druckes in der Knochensubstanz einerseits, andererseits von der trophischen, i. e. Knochenbildung anregenden Wirkung der bei der Einwirkung des Druckes und Zuges stattfindenden Erschütterung resp. Spannung auf die Osteoblasten.

Im Anschlusse an diese Auseinandersetzung widmet R. einen kleinen Abschnitt der Aufzeigung von bereits ermittelten gestaltenden Kräften, bezw. „komplexen Komponenten" (s. Orig., S. 61 ff.). Die „typische", d. h. die Charaktere der Species darstellende Gestaltung wird „zunächst durch die Atom- und Molekularkräfte der die typische Struktur, die Vererbungsstruktur des Keimplasmas bildenden Materie bewirkt, sobald diese Gestaltungsmaschine aktiviert ist". „Die von außen zugeführte oder vorher aufgespeicherte festweiche, flüssige, resp. gasförmige Nahrung dient teils direkt als Baumaterial, indem sie von den typisch gestalteten Teilen aus verwendet wird (primäre Gestaltung); teils dient sie zur Produktion von Energien der Bewegung. Die daher stammenden oder die direkt von außen zugeführten Energien der Bewegung (Wärme, Licht, Elektrizität, Massenbewegung) können in zweierlei Weise gestaltend wirken: einmal direkt (aber nur sekundär) gestaltend, indem sie die genannten primären Gestaltungen ändern, und indirekt, indem sie die gestaltende Maschine in Betrieb setzen und erhalten".

Auf Grund dieser Auseinandersetzungen giebt Roux im Anhange daran eine Analyse der „deskriptiven" und „kausalen" Untersuchungsweisen nach Absicht und Leistungsfähigkeit, sowie über das Verhältnis der Entwicklungsmechanik zur Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie, aus welcher, entgegen den Untersuchungen O. Hertwig's, sich wieder die von Roux stets betonte Forderung ergiebt: „dass die Entwicklungsmechanik nur in steter Symbiose mit allen anderen biologischen Disziplinen in dauernd Erfolg versprechender Weise gepflegt werden kann".

Der 2. Hauptteil behandelt die *Methoden* der Entwicklungsmechanik. Er wird eröffnet mit einer Uebersicht über des Autors frühere Auseinandersetzungen hinsichtlich der allgemeinen und speziellen entwicklungsmechanischen Methodik: der kausalen Analyse und ihrer wichtigsten Distinktionen (spez. der Selbst- und abhängigen Differenzierung, typischer und atypischer Entwicklung); der

Notwendigkeit des Experiments, welches anstatt der auf das Argument der „einfachsten“ als der wahrscheinlichsten Erklärung gegründeten Deutung der Erscheinungen die sichere Erkenntnis der thatsächlichen Ursachenzusammenhänge zu liefern bestimmt und allein im stande ist; über die Zulässigkeit des Rückschlusses aus der durch das Experiment gesetzten „Störung“ auf das normale Geschehen; über die Notwendigkeit kombinierter Experimente; über die Tragweite des anorganischen Experiments; endlich über den genaueren Gang des kausalen Experiments und der kausalen Untersuchung.

Dieselben Fragen sind es, deren ausführlicher kritischer Erörterung die folgenden Abschnitte dienen. Die Schwierigkeiten in der Durchführung des Experiments am Lebenden sind von Roux u. a. seit langem betont worden: aus einer tieferen Fassung des „biologischen Experiments“, welche ihm die Forderung des „exakten analytischen kausalen Experiments“ ergab, hat Roux ebenso wie durch seine Experimentaluntersuchungen den Beweis geführt, dass diese Schwierigkeiten bei sachgemäßer Methodik nicht unüberwindliche, nicht prinzipielle sind; sowie er daraus die wichtigsten Regeln für den Gang der exakten Erforschung der direkten Gestaltungsursachen abgeleitet hat.

Die Bedeutung des ‚anorganischen‘ Experiments und die Bedingungen seiner Verwendung für die biologische Erklärung werden in einer besonderen Studie (S. 251 ff.) erwogen. Dem von O. Schulze und Hertwig erhobenen Einwand, das Experiment am lebenden Organismus berechtige nur zu Folgerungen für die Pathologie, wird begegnet mit dem Nachweise, dass am Ei wie überhaupt unter pathologischen Verhältnissen die veränderten gestaltenden Reaktionen des Organismus stets nur auf quantitativen Aenderungen in der Thätigkeit der normal thätigen Mechanismen beruhen, welche am unrechten Orte resp. zu unrechter Zeit und Kombination eintreten, nicht aber auf „qualitativ“ neuen Wirkungen, nicht auf Bildung von neuen Geweben, neuen Organen. Selbst die regressiven Prozesse haben zumeist ihre normalen Vorbilder (trübe Schwellung, Fettdegeneration etc.). Die gleiche Einwirkung: quantitative, zeitliche und örtliche Aenderung des gestaltenden Geschehens, ist aber auch diejenige des Experiments, welches sonach ebenso wie die pathologische Untersuchung Rückschlüsse auf normale gestaltende Reaktionen und Korrelationen der Teile des Organismus gestattet.

Der Einwand, dass die Organismen „inkonstant reagieren, indem in gleicher Weise beeinflusste Individuen von gleicher Entwicklungsstufe und derselben Species verschiedene Resultate ergäben (Driesch, Hertwig) wird mit dem Hinweis auf die vorläufig unge-

nügende Analyse des Geschehens und der bezüglichen experimentellen Eingriffe abgewiesen (S. 256 ff.).

Das Kapitel IIe bringt neben einer Uebersicht über das Experiment am Lebenden überhaupt und einer Skizze der früheren Forschung in dieser Hinsicht (physiol., patholog., sowie „formal"- und „kausal"-entwicklungsanalystisches Experiment) eine Darlegung des spezifischen Experimentes der Entwicklungsmechanik: des *kausal-analytischen morphologischen Experiments.*

Das Wesen desselben besteht darin, dass eine einfache oder komplexe ursächliche Komponente (oder auch eine eng verknüpfte ganze Gruppe solcher Komponenten) des organischen Gestaltungsgeschehens verändert wird, und dass wir einerseits sowohl die dadurch bewirkte Abänderung des normalen Gestaltungsgeschehens vollständig beobachten, wie andererseits auch die von uns abgeänderten ursächlichen Komponenten wenigstens so weit ermitteln, um die Aenderungen der Gestaltung auf diese Ursachen beziehen zu können.

Für den gewöhnlichen Gang dieses Versuchs hat Roux schon früher ein Aufgabenschema entworfen, „bestehend in den Fragen nach dem Ort der Ursachen eines Gestaltungsvorganges (Selbstdifferenzierung oder abhängige Differenzierung des geformten Teiles), ferner nach der Zeit der Bestimmung der einzelnen Gestaltungsvorgänge, sowie nach den besonderen Ursachen der Größe und Richtung des Geschehens, um erst zuletzt an die schwierigste Frage nach der „Art" der Ursache, nach der ursächlichen Wirkungsweise selber zu gelangen. Bei der Inangriffnahme einer speziellen Aufgabe muss natürlich nun die Analyse der speziellen Verhältnisse der Komponenten hinzugefügt werden".

Für die Begründung und Schematisierung der Aufgabe im Einzelnen muss auf die Originaldarstellung verwiesen werden. Sie hat insofern eine ganz allgemeine Bedeutung, als sie das Wesen und die Durchführung des „guten" analytischen biologischen Versuchs in eingehenderer Weise erörtert als dies bisher u. W. irgendwo geschehen ist.

Für die anschließenden, auch für Anatomen und Zoologen sehr lesenswerten Abschnitte: „Notwendigkeit einer schärferen Unterscheidung der Begriffe: Regel, Norm und Gesetz in der Biologie" — „nächste Aufgaben und Aussichten der entwicklungsmechanischen Forschung" — „der Name Entwicklungsmechanik" — müssen wir gleichfalls auf das Original verweisen, da eine annähernde Wiedergabe ihres Inhalts nur unter ausführlicher Zitation von Beispielen und Definitionen versucht werden konnte.

Aus der Zusammenfassung seien hier noch die Schlussworte zitiert, in welchen Roux zu wetteifernder Arbeit statt zu theoretisierender Polemik auffordert:

„Schließlich erscheint es mir für die morphologische Wissenschaft der Organismen ersprießlicher, wenn die Gegner unserer Richtung sich zunächst erst einmal gründlich mit dem Studium unserer Schriften, als sogleich mit der Opposition gegen diese ihnen nicht vertraute Materie befassen würden; und wenn sie nach dieser Information, statt durch Polemik und phantastische Hypothesen, uns durch exakte empirische Arbeit ihrer Art zu bekämpfen und vor dem Forum der Wissenschaft in den Schatten zu stellen versuchen würden.

Wem nicht unser Fortschreiten an sich genügt, sondern wen es drängt, zu ermitteln, welche Forschungsrichtung am meisten zur Vermehrung unserer Erkenntnis beigetragen hat, der kann alle zehn Jahre eine Uebersicht der Hauptergebnisse der Forschungen der verschiedenen Richtungen anfertigen. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Zahl der Arbeiten und der Zahl der Arbeiter jeder Richtung, wird er dann auch erkennen, welche Richtung ceteris paribus die morphologische Erkenntnis der Lebewesen am meisten zu bereichern geeignet ist.

Ein auf diese Weise und in Hinsicht auf das letztgenannte Ziel geführter Wettkampf wird jedenfalls förderlicher sein, als die heftigste und ausgedehnteste Polemik".

Wir möchten dem noch einen Satz Cl. Bernard's anfügen, in dem von Seiten der Physiologen in schärfster Weise dieselbe Grundforderung ausgesprochen wird:

„La science des êtres vivants a trouvé sa voie; elle est définitivement expérimentale; c'est là un progrès considérable: il s'agit de compléter la méthode, de lui donner toute la fécondité qui est en elle, de lui faire porter tous ses fruits en en réglant l'application. Cela ne peut se faire qu'en soumettant l'expérimentation à une discipline rigoureuse" (Leç. s. l. phénom. de la vie).

Es scheint kaum notwendig, dieser kurzen Inhaltsangabe der Erwiderung, welche Roux entgegen den Einwänden und Vorwürfen Hertwig's bringt, etwas hinzuzusetzen. Ein großer Teil der Erörterungen Hertwig's wendet sich gegen Irrtümer, die nicht in Frage kommen, Fehler, die nicht von Roux begangen wurden. Namentlich verrät Hertwig's Auflösung des Begriffs der gestaltenden Kräfte eine allzu bequeme und gänzlich unzutreffende Zurechtlegung der Aeußerungen des Gegners für die Widerlegung. Der Einwand, der gegen die älteren Vorstellungen von Kraft, in ähnlicher Weise neuerdings gegen die Weismann'schen und andere Hypothesen über Vererbung so berechtigt war, verfängt gegenüber den Arbeitswerten der Entwicklungsmechanik nicht in gleicher Weise: hier handelt es sich nicht um eine scheinbar lösende Umschreibung der Fragen durch eine Transposition der Erscheinungen in „Kräfte", sondern um Mittel und Wege, die Erschei-

nungen, bezw. deren ursächliche Zusammenhänge, wirklich zu zerlegen, die allgemeinen Fragen auf speziellere, angreifbare zurückzuführen und umgekehrt von erhaltenen Einzelresultaten durch Kombination der Versuche wieder zu Folgerungen allgemeiner Art aufzusteigen. Die Erörterung über die Begriffe der „Ursache" und „ursächlichen Forschung" hat, wie Roux u. E. ausreichend dargethan hat, zur Grundlage eine falsche Folgerung aus der allgemeinen psychologisch erkenntnistheoretischen Deutung der „kausalen Betrachtungsweise" als der Beschreibung „notwendiger" Folgezusammenhänge: Hertwig leitet daraus die direkte Identität oder wenigstens Ununterscheidbarkeit aller Beschreibung, also auch der „ursächlichen" und „deskriptiven" Beschreibung ab, obwohl diese ihrem ganzen Wesen nach verschiedenen Betrachtungsweisen entspringen. Die Einwände Hertwig's gegen die Wertschätzung des Experiments gehen z. T. aus dieser ungenügenden Unterscheidung formaler und ursächlicher Beschreibung hervor, z. T. werden sie durch die von Hertwig selbst gegebenen Einschränkungen hinfällig; soweit eine „Ueberschätzung" des Experimentes in den Arbeiten entwicklungsmechanischer Richtung wirklich stattgefunden hat (siehe dagegen die angeführte Erwiderung Roux' oben S. 781), wird man sie in den Ergebnissen, welche die konsequente Durchführung dieser Art der Forschung in kurzer Zeit für die Entwicklungsgeschichte (im weiteren Sinne) gezeitigt hat — zu welchen O. Hertwig ja selbst ein Bedeutendes beisteuerte — begründet und entschuldigt finden.

Wenn Ref. somit die sämtlichen angeführten Einwände Hertwig's in der Form, welche ihnen Hertwig gab, für unhaltbar und durch die Entgegnung Roux' für erledigt erachtet, so ist es doch andererseits kaum zu bestreiten, dass gerade die wichtigsten Begriffe der Entwicklungsmechanik (gestaltende Kräfte, Komponenten, Selbstdifferenzierung und abhängige Differenzierung u. a.) einer schärferen und eindeutigeren Fassung nicht bloß zugänglich, sondern bei dem raschen Fortschreiten der entwicklungsmechanischen Forschung auch bedürftig sind, damit das Misstrauen, das sich aus gewissen Schwankungen und Vieldeutigkeiten in ihrer Anwendung ergiebt, endgiltig schwinde. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, dass Roux selbst zu wiederholten Malen auf das Provisorische dieser Definitionen hingewiesen hat, welche in erster Linie als Arbeitsbegriffe, als vorläufig zusammenfassende Namen für aufgeworfene Probleme und neugewonnene Unterscheidungen zu dienen und in weiteren Untersuchungen auf ihre Tragweite geprüft zu werden bestimmt sind. Der Rahmen dieses Referates erlaubt es leider nicht, hier eine analytische Zergliederung und strengere Definition dieser Begriffe, wie sie Ref. für möglich hält, zu versuchen.

Eines dürfte wohl aus dem nun schon durch eine ziemliche Zeit sich hinziehenden Streite um die Entwicklungsmechanik auch den

Fernerstehenden auf grund der beiden neuen Publikationen klar geworden sein: dass die Entwicklungsmechanik als die konsequente Anwendung des mit strenger Analyse kombinierten kausalen Experimentes, als die Wissenschaft von den ursächlichen Zusammenhängen der Formfolgen der „Entwicklung", eine gleichberechtigte Stellung nach Absichten und Methodik innerhalb der morphologischen und physiologischen Disziplinen einzunehmen berechtigt ist und bereits einnimmt. [96]

München, im August 1897.

Dr. Eugen Albrecht.

Korrelationsstudien an den Strahlzahlen einiger Flossen von *Acerina cernua* L.

Von Dr. phil. Georg Duncker.

Nach Abschluss einer Untersuchung über Variabilität und Korrelation einiger numerischer, d. h. in Zahlen ausdrückbarer Merkmale von *Acerina cernua* L.[1]) sehe ich mich verhindert, die Resultate derselben in näherer Zeit ausführlich zu veröffentlichen, und erlaube mir deshalb, über einzelne von ihnen, welche mir von allgemeinerem Interesse erscheinen, an dieser Stelle einige vorläufige Mitteilungen zu machen.

Die Untersuchungen erstreckten sich zunächst auf die Variabilität von Maßen und von den Anzahlen sich wiederholender meta- oder antimer angeordneter Organe der genannten Fischart, ferner auf die korrelativen Beziehungen, welche sich zwischen den variierenden Merkmalen nachweisen ließen. Wenn ich in diesem Aufsatz nur auf die letzteren, und zwar diejenigen von ihnen eingehe, welche zwischen den Strahlzahlen der einzelnen untersuchten Flossen bestehen, so veranlassen mich dazu folgende Gründe. Einmal halte ich den exakten Nachweis korrelativer Beziehungen mittels Galton's Methode zwischen irgendwelchen Organen für morphologisch bedeutsamer, als die bloße Kenntnis ihrer Variabilität; andrerseits beschäftigen sich die bereits über diesen Gegenstand vorliegenden Untersuchungen von Galton [4b], Weldon [10b. c], Thompson [8] und Warren [9] ausschließlich mit Dimensionen, welche allerdings ihrer fast beliebig feinen Variations-Abstufungen halber ein im mathematischen Sinne günstigeres Objekt für solche abgeben, und fordern daher die Anwendung der gleichen Methode auf rein meristische Merkmale besonders heraus.

Schon früher, bei gelegentlichen Untersuchungen an *Pleuronectiden, Cottiden* u. a. Fischgruppen war mir aufgefallen, dass die Variabilität der Flossenstrahlzahlen nicht unähnlich derjenigen ist, welche man bei Dimensionsmerkmalen irgend einer einheitlichen Individuengruppe

1) Systematische Stellung und Synonymie dieser Species siehe bei Boulenger [1].

findet, und für welche durch Galton [4a] an anthropologischem, durch Weldon [10a] und seine Schüler [8. 9] an carcinologischem Material eine bestimmte mathematische Gesetzmäßigkeit nachgewiesen ist. Auch für die Variation der nachstehend zu erwähnenden Merkmale trifft dieselbe mit einer einzigen, nicht sehr wesentlichen Ausnahme zu und äußert sich darin, dass die Häufigkeit (y) der einzelnen gefundenen Strahlzahlen die Funktion ihrer Differenz (x) von dem arithmetischen Mittelwert der Strahlzahl der betreffenden Flosse überhaupt ist, nach der von Ganss aufgestellten Formel für die Wahrscheinlichkeit unvermeidlicher Fehler verschiedener Größe bei astronomischen, physikalischen etc. Beobachtungen:

$$y = Y e^{-h^2 x^2}$$

Direkte Beobachtung, wie Erwägungen allgemeiner Art hatten zu dem Schluss geführt, dass zwischen den Strahlzahlen der verschiedenen Flossen eines Fisches gewisse Wechselbeziehungen bestehen müssten, und dieser Schluss ist durch die vorliegende Untersuchung bestätigt worden.

Als Untersuchungsobjekt wählte ich absichtlich einen typischen Vertreter der Stachelflosser. Gegenüber dem Vorteil, den etwa die Wahl einer Plattfischart mit langen Flossen geboten hätte, den hohen Strahlzahlen mit entsprechender größerer und für die mathematische Behandlung geeigneterer Variation, überwog hier der andere, dass man das Verhalten von morphologisch und physiologisch recht verschiedenartigen Elementen zu einander, den Stachel- und den Glieder- oder Weichstrahlen, studieren kann. Die Stachelstrahlen der Fische scheinen, im Gegensatz zu den Weichstrahlen, weit weniger der Fortbewegung, als der Wehrhaftigkeit zu dienen. Entwicklungsgeschichtlich sind beide homologe Gebilde, deren Differenzierung erst relativ spät eintritt. Anatomisch unterscheiden sie sich, abgesehen von ihren nicht uninteressanten, hier jedoch zu übergehenden Strukturverhältnissen, in den Kielflossen[1]) bei den Perciden besonders dadurch, dass ein Stachel stets einem Wirbel entspricht, während die Zahlenbeziehung zwischen Wirbeln und Weichstrahlen bedeutend unbestimmter ist, da häufig auf einen der ersteren zwei bis drei der letzteren kommen. Bei der Untersuchung wurden die Stachel- und die Weichstrahlen jeder Kielflosse, sowie die (weichen) Strahlen der beiden Brustflossen einzeln gezählt und die Resultate dieser Zählungen für jedes Individium nach beistehendem Schema[2])

1) Unter „Kielflossen" verstehe ich die vertikalen (Rücken-, Fett- und Afterflossen) mit Ausschluss der Schwanzflosse, deren Funktion die Propulsion des Fischkörpers ist, während die der Kielflossen durch die gewählte Bezeichnung angedeutet wird.

2) D_1 = Stacheln, D_2 = Weichstrahlen der Rückenflosse (D = Summe beider). — A_1 = Stacheln, A_2 = Weichstrahlen der Afterflosse (A = Summe beider). — Ps und

$D_1 + D_2$. — $A_1 + A_2$. — Ps : Pd

besonders notiert. Dies nach Heincke's [5] Vorgang befolgte Verfahren bietet den Vorteil, dass man sowohl die verschiedenen für ein einzelnes Merkmal gefundenen Varianten[1]), wie die individuellen Kombinationen der Varianten mehrerer Merkmale bequem übersehen und zählen kann.

Durch entsprechende tabellarische Anordnung der individuellen Formeln überzeugte ich mich, dass weder die Totallänge (dieselbe schwankte bei den untersuchten Individuen zwischen 8,3 und 18,7 cm) noch das Geschlecht einen wesentlichen Einfluss auf die hier berücksichtigten Merkmale ausübt. Dagegen verhalten sich, wie ich dies schon früher [2] für *Pleuronectiden* darthun konnte, und wie es auch durch sonstige Untersuchungen, z. B. von Eigenmann [3], für andere Fische bekannt ist, diese Merkmale bei Individuengruppen verschiedener Fundorte hinsichtlich ihrer Variation verschieden[2]). Ich verwende also für die hier zu besprechenden Verhältnisse nur das Material eines einzigen Fundorts (Unterelbe bei Glückstadt), von welchem 1900 Individuen auf die Kielflossen-, 1650 von diesen auch auf die Brustflossenstrahlen hin untersucht wurden.

Es zeigte sich nun, dass die Variation der einzelnen Merkmale keineswegs immer unabhängig von der der übrigen vor sich geht, sondern dass häufig mit bestimmt gerichteter Abänderung eines Merkmals die bestimmt gerichtete eines oder mehrerer anderer verknüpft ist. Am deutlichsten treten diese Verhältnisse hervor, wenn man zunächst die Variation je zweier Merkmale mit einander vergleicht, d. h. die individuellen Variantenkombinationen untersucht, welche sich zwischen

D_1 einerseits, (D_2, D, A_1, A_2, A, Ps, Pd) andrerseits,
D_2 einerseits, (D_1, D, A_1, A_2, A, Ps, Pd) andrerseits etc. finden.

Pd-Strahlenzahl der linken und der rechten Brustflosse. — Bei *Ac. cernua* sind der Stachel- und der Weichstrahlteil der Rückenflosse nicht von einander getrennt. — Die beobachtete Variabilität der einzelnen Strahlzahlen beträgt:

D_1	11—16	A_1 1—3	Ps 12—16
D_2	7—15	A_2 3—9	Pd 11—16
D	21—30	A 5—11.	

1) Varianten sind die verschiedenen individuellen Formen, in denen ein variierendes Merkmal zur Beobachtung gelangt, hier also die einzelnen Strahlzahlen der Flossen.

2) Man muss demnach von vornherein die Variabilität morphologisch gleichwertiger, d. h. nicht durch Alters-, Geschlechts- oder Fundortsunterschiede getrennter Individuen, welche dem Galton'schen Gesetz fast stets ohne weiteres zu folgen scheint, und die der Species, welche vorwiegend in Folge von oder mindestens im Zusammenhang mit der Abänderung der äußeren Lebensbedingungen stattfindet, auseinander halten; über die Gesetzmäßigkeit der letzteren wissen wir einstweilen so gut wie nichts.

Wenn zwei Merkmale völlig unabhängig von einander variieren, so müssen die Frequenzen ihrer verschiedenen individuellen Variantenkombinationen innerhalb einer hinreichend großen Individuenzahl notwendig der Wahrscheinlichkeitsrechnung entsprechen, insofern nämlich dann die Häufigkeit der einzelnen Kombination bestimmt ist durch die Häufigkeit der beiden sie zusammensetzenden Varianten. Nennt man die Frequenzen der beiden letzteren (a und α) fa und $f\alpha$, die Zahl der Individuen, unter denen beide Varianten beobachtet wurden, n, so muss die Häufigkeit F der Kombination $a\alpha$ unter den letzteren

$$F = \frac{fa \,.\, f\alpha}{n}$$

sein, da ihre Wahrscheinlichkeit

$$W = \frac{fa \,.\, f\alpha}{n^2}$$

ist. Als unmittelbare Folge solcher unabhängigen Variation ergiebt sich, dass das arithmetische Mittel sämtlicher der einzelnen Variante a des einen Merkmals zugeordneten Varianten α, β, γ etc. des andern gleich dem arithmetischen Mittelwert des zweiten Merkmals überhaupt [seinem „totalen" Mittelwert, im Folgenden bezeichnet durch M[1])] sein muss.

Trägt man jedoch die beobachteten individuellen Variantenkombinationen zweier Merkmale nach dem in Tab. I des Anhangs gegebenen Schema in ein Koordinatensystem derart ein, dass man auf jeder Axe desselben die Varianten eines Merkmals ihrem Zahlenwert nach geordnet von einem gemeinsamen Nullpunkt aus abträgt und die beobachteten Frequenzen der Kombinationen an den durch die kombinierten Varianten bestimmten Punkten notiert, so findet man nicht selten folgendes Verhalten:

1. Die Mittelwerte der als zugeordnet betrachteten Variantenreihen des einen Merkmals verändern sich in bestimmter Weise zugleich mit den der Betrachtung supponierten Varianten des andern, indem sie mit dem Wachsen der letzteren steigen oder fallen.

2. Die empirischen Kombinationsfrequenzen weichen von den durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung ermittelten ab, und zwar werden sie in bestimmten (im Schema diagonalen) Richtungen größer, resp. kleiner als diese.

Als allgemeines Resultat der Beobachtungen ergiebt sich dann, dass etwas anderes, als die Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, das Zusammentreffen der Varianten beider Merkmale zu individuellen Kombinationen regelt; so z. B. paaren sich mit Vorliebe gerade seltenere Varianten des einen Merkmals zu selteneren des andern.

Diese Thatsache, als Wirkung eines Vorgangs aufgefasst, kann zu der Vorstellung führen, als sei das Auftreten einer bestimmten

1) Sämtliche M-Werte der hier berücksichtigten Merkmale finden sich in Tab. II 2 des Anhangs zusammengestellt.

Variante des einen Merkmals die Ursache, resp. die Folge des Auftretens einer Variante des andern, als bedinge die individuelle Gestaltung eines Merkmals die des andern. In dieser Hinsicht kann man von einer direkten Beziehung, einer Korrelation s. str., der Merkmale oder ihrer einzelnen Varianten zu einander sprechen. — Indessen ist diese Vorstellung nicht zwingend; ebensogut ist die andere möglich, dass der Organismus auf irgendwelche Reize je nach der Eigenart des betroffenen Merkmals reagiere, so dass z. B. in Folge eines seltener eintretenden Reizes an verschiedenen Merkmalen eines und desselben Individuums seltenere (extreme) Varianten zur Entwicklung gelangen, ohne dass die Merkmale selbst in einer direkten Beziehung zu einander ständen. — Endlich werden die oben geschilderten Erscheinungen auch in solchen Fällen hervortreten müssen, in denen eine Wechselbeziehung der Merkmale zu einander nur durch ihre arithmetische Definition gegeben ist, beispielsweise, wenn zwei Dimensionen sich geradlinig zu einer dritten ergänzen und vielleicht sogar noch als Bruchteile der letzteren ausgedrückt werden. Die dann zwischen ihnen bestehende Beziehung hat keinerlei morphologische (reale) Bedeutung, sondern ist eine rein rechnerische (formale), die sich symbolisch durch das Schema

$$\frac{m}{m+n} : \frac{n}{m+n}$$

darstellen lässt.

Alle Fälle, in denen Korrelationserscheinungen auftreten, lassen sich also einteilen in solche

a. realer Korrelation
   α. direkter (Korrelation s. str.)
   β. indirekter
b. formaler Korrelation.

Unabhängig von der oft unmöglichen Entscheidung, zu welcher der genannten Kategorien der einzelne Fall von Korrelation gehört, kann man sich, zwecks Erforschung der arithmetischen Beziehung zwischen der Variation verschiedener Merkmale, an die Thatsache halten, dass nicht ausschließlich die Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, sondern auch andere Umstände das individuelle Zusammentreffen ihrer Varianten regeln können, und diese als „arithmetische Korrelation" zusammenfassen. Damit ist ein Begriff gegeben, welcher durch obige Fragen nicht berührt wird und sich definieren lässt als der Faktor, welcher antagonistisch gegen die Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung bei dem Auftreten von Kombinationen der Varianten verschiedener Merkmale innerhalb einer einheitlichen Individuengruppe wirkt.

Galton gebührt das Verdienst, einen gemeinschaftlichen arithmetischen Ausdruck für die Wirkungsform und -Intensität der zwischen

zwei Merkmalen bestehenden Korrelation nachgewiesen zu haben. In dem Aufsatze „Corelations and their Measurement" [4b] nämlich hat er darauf aufmerksam gemacht, dass zwischen den Differenzen der einzelnen supponierten Varianten (V_{s_1}, V_{s_2} . . V_{s_n}) mit dem totalen Mittelwert (M_s) des supponierten Merkmals überhaupt einerseits, sowie zwischen den Differenzen der verschiedenen Mittelwerte der den einzelnen V_s zugeordneten Variantenreihen (m_{s_1}, m_{s_2} . . m_{s_n}) mit dem totalen Mittelwert (M_z) des zugeordneten Merkmals überhaupt andrerseits, also allgemein zwischen $V_s - M_s = s$ und $m_s - M_z = z$, folgende Beziehungen bestehen können: Entweder bleibt z stets gleich 0; dann entspricht den Veränderungen des supponierten Merkmals keine des zugeordneten. Die Variation des letzteren findet also unabhängig von der des ersteren (und umgekehrt) statt; es besteht keine Korrelation zwischen ihnen (cf. S. 788). Oder aber, diese Differenz wird mit der Veränderung von s in einem (annähernd) konstanten Verhältnis zu dem letzteren entweder größer oder kleiner, so dass die (positiven oder negativen) Quotienten

$$\frac{z_1}{s_1} = \frac{z_2}{s_2} = \ldots \frac{z_n}{s_n} > 0$$

sind. In diesem Falle haben die Werte fast immer eine verschiedene Größe, je nachdem man das eine oder das andere Merkmal als supponiert betrachtet, stets aber das gleiche Vorzeichen.

Zwischen den beiden so für jedes einzelne supponierte Merkmal (I und II) erhaltenen mittleren Quotienten $\frac{z_{II}}{s_I}$ und $\frac{z_I}{s_{II}}$ besteht die weitere Beziehung, dass sie sich zu einander verhalten, wie die entsprechenden Quotienten zwischen den beiden Variabilitätsindices derselben Merkmale, v_I und v_{II}, also

$$\frac{z_{II}}{s_I} : \frac{z_I}{s_{II}} = \frac{v_{II}}{v_I} : \frac{v_I}{v_{II}}.$$

Hieraus folgt, dass

$$\frac{z_{II}}{s_I} \cdot \frac{v_I}{v_{II}} = \frac{z_I}{s_{II}} \cdot \frac{v_{II}}{v_I} = r,$$

mithin eine Konstante ist, welche durch ihr Vorzeichen die Wirkungsform, durch ihre absolute Zahlengröße die Intensität der zwischen Merkmal I und II bestehenden Korrelation [1]) angiebt. Die Grenzwerte von r sind demnach 0 und $\pm$ 1.

Bei einer graphischen Darstellung der Art, dass man die Einzelwerte der verschiedenen Quotienten $\frac{s}{v_s}$ für jedes der beiden kombinierten Merkmal parallel etwa der y-Axe, die der zugehörigen Quo-

1) Die Korrelationsintensität nämlich, insofern r angiebt, wie groß die durch die Abänderung von $\frac{s}{v_s}$ stattfindende Beeinflussung von $\frac{s}{v_s}$ ist.

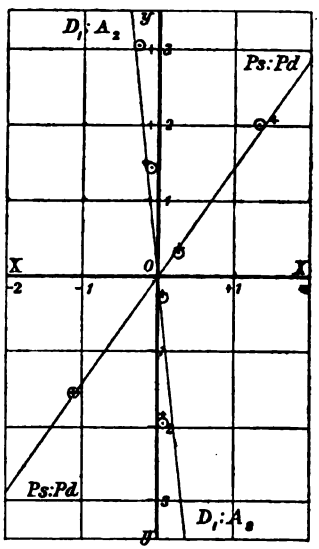
tienten $\frac{z}{v_s}$ parallel der x-Axe eines Koordinatensystems als Punkte gemeinschaftlich einträgt, ergiebt sich ferner dass

$$\frac{z_{II}}{v_{II}} : \frac{s_I}{v_I} = \frac{z_I}{v_I} : \frac{s_{II}}{v_{II}} = tg\varphi = r$$

ist, d. h., dass sich diese einzelnen Werte als Punkte in einer (annähernd) geraden Linie anordnen, welche die y-Axe des Koordinatensystems in dessen, den kombinierten Mittelwerten beider Merkmale entsprechendem Nullpunkt unter einem bestimmten Winkel schneidet; r ist dann die Tangensfunktion dieses Winkels (cf. Tab. I des Anhangs).

Zeichenerklärung.

Bei den mit ⊙ bezeichneten Werten ist D_1 resp. *Ps* supponiert.
Bei den mit + bezeichneten Werten ist A_2 resp. *Pd* supponiert.



Der Sinn der Galton'schen Funktion r ist also der, dass die den supponierten Varianten eines Merkmals (V_s) zugeordneten Einzelmittelwerte eines andern (m_s) unter sich und von dem totalen Mittelwert des letzteren (M_s), abgesehen von der verschiedenartigen Variabilität jedes der Merkmale (Division von s und z durch den Variabilitätsindex je ihres Merkmals), um so mehr abweichen, je stärker die zwischen beiden Merkmalen bestehende Korrelation (absolute Zahlengröße von r) ist, und dass die Wirkungsform der Korrelation ebensowohl ein Steigen (r positiv), wie ein Fallen (r negativ) der zugeordneten Mittelwerte (m_s) bei dem Steigen des Zahlenwertes der supponierten Varianten (V_s) sein kann.

Sind s, M_s, v_s, v_s und r bekannt, so kann man aus ihnen m_s berechnen. Die Genauigkeit der Uebereinstimmung zwischen den empirischen und den berechneten Einzelwerten für m_s ist von der Richtigkeit von r und der empirischen Einzelwerte für m_s abhängig. Beispiele s. auf Tab. I des Anhangs.

Als Variabilitätsindex eines Merkmals benutzt Galton [4a] den sogen. wahrscheinlichen Fehler der Verteilungskurve (Ogive) desselben, den er als Quartilwert bezeichnet. Da es sich bei den hier in Betracht kommenden Rechnungen um Multiplikation mit Quotienten von Variabilitätsindices handelt, so kann man statt des etwas umständlich zu ermittelnden Quartilwertes auch Größen verwenden, die jenem proportional sind, also den sogen. mittleren Fehler einer Wahrscheinlichkeitskurve. Derselbe wird entweder als arithmetisches Mittel sämtlicher vorkommender Abweichungen, ohne Berücksichtigung ihres Vorzeichens, vom totalen Mittelwert des Merkmals bestimmt (Weldon [10c]), oder man fasst ihn als Wurzel des Mittels der Quadrate eben dieser Abweichungen auf [Navier[1])]. Die Formel für seine Berechnung lautet dann je nach dem

$$r = \frac{\Sigma(v)}{n}^{2)} \text{ oder } v = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{n}},^{2)}$$

wobei x die beobachtete individuelle Abweichung vom totalen Mittelwert, n die Summe der untersuchten Individuen bedeutet. Ich habe die Berechnungen auf beide Arten durchgeführt und gefunden, dass die nach jeder derselben erhaltenen r-Werte selbst meistens gut übereinstimmten, ihre Fehlergrenzen dagegen bei Anwendung der zweiten Methode durchschnittlich kleiner blieben, und dass die letztere auch dann brauchbare Werte für r lieferte, wenn eines der kombinierten Merkmale abnorm variierte, wie unter den vorliegenden Beispielen die A_1. So gebe ich im Folgenden nur die Resultate der mit Hilfe von $v = \sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{n}}$ ausgeführten Berechnungen.

Es erübrigt noch, einzelne Umstände hervorzuheben, welche die Resultate störend beeinflussen können. In erster Linie sind es kleine Unregelmäßigkeiten in der Verteilung der Individuen auf die zugeordneten Variantenreihen, welche für m_z und somit auch für z ungenaue, der obigen Darstellung nicht völlig entsprechende Werte liefern. Angenommen, das Merkmal I trete in p, das Merkmal II in q verschiedenen Varianten auf, so sind die p, resp. q Quotienten eines und desselben supponierten Merkmals $\left(\frac{z_1}{s_1}, \frac{z^2}{s_2} \ldots \frac{z_p}{s_p} \text{ resp. } \frac{z_q}{s_q}\right)$ einander nicht immer gleich, und man muss somit r für die Praxis[3]) den Ausdrücken $\frac{\Sigma\left(\frac{z_{II}}{s_I}\right)}{p} \cdot \frac{v_I}{v_{II}}$ und $\frac{\Sigma\left(\frac{z_I}{s_{II}}\right)}{q} \cdot \frac{v_{II}}{v_I}$ gleichsetzen. Die

1) Lehrbuch der Differential- und Integralrechnung. Deutsch von Th. Wittstein, 3. Aufl., Hannover 1865—1866, Bd. II Anhang: Die Methode der kleinsten Quadrate, p. 440 § 40 (ε).

2) cf. Tab. II 2 des Anhangs.

3) cf. bei diesem Abschnitt Tab. II 1 des Anhangs.

Uebereinstimmung beider ist dann natürlich nicht stets eine vollständige; ich berechnete deshalb zunächst die beiden durch dieselben bestimmten Einzelwerte r_1 und r_2, ermittelte deren „relative Differenz" und bestimmte dann r nach der Formel

$$r = \frac{\Sigma\left(\frac{z_{II}}{s_I}\right) \cdot \frac{v_I}{v_{II}} + \Sigma\left(\frac{z_I}{s_{II}}\right) \cdot \frac{v_{II}}{v_I}}{p + q}$$

Die relative Differenz der Werte für r_1 und r_2 ergab das Maß für die Genauigkeit des erhaltenen Resultats.

Unter „relativer Differenz" zweier Zahlen verstehe ich diejenige dritte Zahl, welche zu eins addiert und von eins subtrahiert zwei Zahlen ergiebt, welche sich zu einander verhalten, wie die ursprünglich mit einander verglichenen. Nennt man diese letzteren a und b, wobei a seinem absoluten Zahlenwert nach größer als b sei, so ist ihre relative Differenz

$$d = \frac{a - b}{a + b}$$

und es verhält sich

$$(1 + d) : (1 - d) = a : b$$

d bleibt demnach stets positiv, ferner so lange ein echter Bruch, wie a und b gleiche Vorzeichen haben; ist $a = b$, so ist $d = 0$; ist $b = 0$, so ist $d = 1$; haben a und b verschiedene Vorzeichen, so wird $d > 1$.

Die relative Differenz von r_1 und r_2 diene hier somit als Maß des wahrscheinlichen Fehlers bei den für die einzelnen Merkmalskombinationen erhaltenen Bestimmungsresultaten von r, wenn letztere auf eins reduziert (durch sich selbst dividiert) sind. — Bei der geringen absoluten Größe der r-Werte bleibt d ohne wesentliche Bedeutung, so lange es 0,10 nicht überschreitet; liegt d zwischen 0,10 und 0,25, so ist der für r gefundene Wert nur noch annähernd richtig; bleibt d unter 1,00, so behält wenigstens das Vorzeichen des r-Wertes seine Giltigkeit, d. h. es lässt sich erkennen, ob die Korrelation positiv oder negativ wirkt, ohne dass ihr Intensitätsgrad gemessen werden konnte; ist endlich $d > 1$, so ist der gefundene Wert von r nebst seinem Vorzeichen bedeutungslos, d. h. weder geht aus der Berechnung hervor, welcher Intensität die etwa bestehende Korrelation ist, noch, ob solche überhaupt vorliegt.

Besonders häufig zeigt derjenige Quotient $\frac{z}{s}$ Unregelmäßigkeiten, dessen supponierte Variante von dem totalen Mittelwert des supponierten Merkmals überhaupt am wenigsten abweicht; wir werden diese letztere deshalb auch im Folgenden als „mittlere Variante" bezeichnen. Bei ihm treffen verschiedene Bedingungen zusammen, deren jede einzelne bereits störend wirken kann. Es genügt zunächst eine geringe empirische Abweichung von m_z, um für z einen Wert mit falschem

Vorzeichen zu erhalten. Da außerdem der Wert für s im Nenner dieses Bruches höchstens gleich $^1/_2$ ist, so wird ein so entstandener Fehler in z durch die Division beträchtlich vergrößert, und der resultierende Quotient beeinträchtigt auch das arithmetische Mittel aller Quotienten $\left(\frac{\Sigma\left(\frac{z}{s}\right)}{p}\right)$. Beispielsweise erhielt ich bei Supposition der Summe aller Kielflossenstrahlen (D + A) in Kombination mit der Summe der Kielflossenstacheln (D_1 + A_1) folgende sieben Werte für $\frac{z}{s}$: 0,155 0,121 0,175 — 0,432 0,135 0,110 0,181. Sechs dieser Werte besitzen nicht nur das gleiche Vorzeichen, sondern stimmen auch in ihrer Größe gut mit einander überein. Der siebente, mittlere hingegen verhält sich schon hinsichtlich seiner Größe jenen gegenüber verschieden; besonders aber weicht er von diesen, wie von den entsprechenden Werten bei Supposition von D_1 + A_1 in derselben Merkmalskombination, durch sein negatives Vorzeichen ab. Bei Addition der sieben Werte erhält man in Folge dessen 0,445, eine entschieden zu kleine Summe, und mittels dieser eine große relative Differenz zwischen r_1 und r_2 ($d = 0{,}3272$). Setzt man nun statt des fehlerhaften Quotienten das Mittel der sechs übrigen (0,146) ein, so steigt die Quotientensumme auf 1,023, während der Fehlerwert auf 0,0763 sinkt. Dieser Korrektur entspricht eine Verminderung des mittleren m_s-Wertes von D_1 + A_1 um 0,025, von 16,194 auf 16,169, also um nur 4 % des Variabilitätsindex dieses Merkmals ($v = 0{,}624$).

(Zweites Stück folgt.)

Hat das Ur-Rind (*Bos primigenius* Boj.) noch in historischer Zeit gelebt?

1. Nehring, Alf., Die Herberstain'schen Abbildungen des Ur und des *Bison*. (Ein Beitrag zur Geschichte des europäischen Urrindes.) in: Landwirtsch. Jahrb., 25. Jahrg., S. 915—933, 2 Fig., Taf. 32—35, 1896.
2. Derselbe, Ueber Herberstain und Hirsfogel: Beiträge zur Kenntnis ihres Lebens und ihrer Werke. Berlin, Ferd. Dümmler, 8°, 6 u. 100 S., 10 Fig., 1897.

Die Abstammung unserer mitteleuropäischen Hausrinder ist immer noch eine vielumstrittene. Teils lässt man ihre Vorfahren direkt vom westlichen Asien aus durch wandernde Völkerschaaren eingeführt sein, teils verlegt man ihren Ursprung nach Nordafrika, wo sich ein Hausrind aus der Kreuzung einer dem *Bos primigenius* nahe verwandten oder mit ihm gar identischen Art mit einer ihrerseits aus Indien eingeführten Zeburasse herausgebildet haben soll u. s. w. Es ist selbstverständlich sehr wohl möglich, dass nicht alle mitteleuropäischen Rassen des Hausrindes an Ort und Stelle entstanden, sondern zum

Teil thatsächlich durch einwandernde Völkerstämme eingeführt wurden, allein für die sogenannten *Primigenius*-Rassen, welche uns von den 4 heutzutage angenommenen Hauptassen am meisten interessieren, ist das doch mehr als zweifelhaft. Es steht fest, dass in Mitteleuropa früher wenigstens zwei wilde Rinder gelebt haben, der *Bison europaeus* (Wisent, fälschlich oft Auerochse genannt) und der *Bos primigenius* (Ur oder Auerochse nach korrektem Sprachgebrauch).

Der *Bison* findet sich noch heute im Kaukasus, und einige Hundert Exemplare leben auch noch unter dem Schutze der russischen Regierung im Walde von Bjelowjesha. Dieser *Bison* zeichnet sich durch den hohen Widerrist, eine Mähne am Vorderkörper und den Bart unter dem Kinn nicht weniger wie durch seine kurzen Hörner, den breiten und kurzen Kopf aus. Er hat mit unseren Hausrassen der Rinder nichts zu thun, und es gilt für ihn dasselbe wie für seinen Vetter in Amerika, den *Bison americanus*, dass es nämlich dem Menschen nicht gelungen ist, ihn in gleicher Weise in seine Dienste zu ziehen wie den *Bos primigenius*, und das ist der Grund, weshalb er das Schicksal aller großen Jagdtiere teilt, nämlich allmählich ausstirbt.

Neben diesem *Bison* kam nun seit der Diluvialzeit, neben Mammuth und Nashorn, noch die andere Art, *Bos primigenius* vor, und zwar erstreckte sich deren Verbreitungsbezirk, nach den aufgefundenen Resten zu schließen, nicht nur über Europa, sondern auch über das nordwestliche Asien und über Nordafrika. Dieses Tier stimmt nun dermaßen in seinem Skelette mit unseren *Primigenius*-Rassen überein, welche von ihm ihren Namen haben, dass die Beschreibung desselben meist ungefähr mit den Worten gegeben wird: von der Gestalt unseres Hausrindes, nur mächtigere Dimensionen. Es lag also selbstverständlich nahe, in dem *Bos primigenius* wirklich den Stammvater unserer *Primigenius*-Rassen zu erblicken, obgleich viele in ganz unerklärlicher Weise sich gegen eine derartige Annahme sträuben. Man ist nun einmal gewohnt, die Haustiere in so enge Beziehung zu dem Menschen zu bringen, dass man diese immer aus der gewöhnlich in Asien angenommenen Urheimat der Menschheit mitgeschleppt sein lässt. Dass der Mensch bei seiner Ausbreitung und Wanderung in der neuen Heimat Tiere angetroffen und diese sich nach Möglichkeit zu Nutze zu machen gesucht hat, diese Vorstellung, obgleich sie doch so nahe liegt, kommt selten zur Geltung; man pflegt eben immer in die Ferne zu schweifen, und in je nebelhafteren Regionen sich die Spekulationen verlieren, desto schwerer können sie natürlich widerlegt werden. So ergeht es auch mit unserem *Bos primigenius*. Die Annahme, dass die Ureinwohner Mitteleuropas bei ihren Jagden auf den Ur junge Tiere erbeuteten und dieselben zähmten, findet wenig Anklang, sondern man lässt den Ur lieber in Asien oder Nordafrika gezähmt und von dort nach Europa eingeführt sein. Ein sehr hartnäckiger Gegner der

autochthonen Entwicklung unseres Hausrindes war Wilckens, und derselbe hat gerade auch in dieser Zeitschrift (V. Bd., S. 79—95, 109—123, 1885) seiner Auffassung Ausdruck verliehen. Er ist der Meinung, dass die Rinder der Ureinwohner Mitteleuropas viel zu klein seien, als dass sie mit dem riesigen Ur in direkte Verbindung gebracht werden könnten, indem er von dem Axiom ausgeht, dass Tiere, welche zur Domestikation herangezogen werden, dadurch größer und vollkommner werden, als sie in der Wildheit waren. Dies ist aber doch nur dann richtig, wenn der Mensch die Züchtung nach allen Regeln der Kunst betreibt und im Stande ist, den Tieren stets geeignetes Futter zu verschaffen, beides Dinge, die den Ureinwohnern Europas unbekannt waren oder außerhalb des Bereiches ihrer Möglichkeit lagen. Man stelle sich nur vor, wie es damals die domestizierten Tiere im Winter gehabt haben mögen! Dass große, schöne Rassen oft zu Kümmerformen degenerieren, davon kann man sich ja auf Schritt und Tritt überzeugen. Bezüglich der Rinder hat man dazu gar nicht einmal nötig, ganz unwirtliche Gefilde (z. B. Sibirien) aufzusuchen, sondern schon eine Wanderung in unserem deutschen Vaterlande führt einem die Einwirkung solcher schlechten Lebensbedingungen klar vor Augen. Es giebt bei uns Gegenden, wo die Bevölkerung zu arm ist, um den Rindern genügendes und zuträgliches Futter zu geben, wo die Tiere ohne Auswahl und zu früh zur Fortpflanzung gelangen und dabei noch zu harter Arbeit herangezogen werden, und das Resultat davon ist eine jämmerliche Ausbildung derselben, was Größe und alles Uebrige anbelangt. Von diesem Standpunkte aus dürften sich also der direkten Ableitung unseres Hausrindes von unserem Ur keine Schwierigkeiten in den Weg stellen. Anders verhält es sich aber mit dem Einwande, dass der Ur bereits ausgestorben sein soll zu einer Zeit, als die Einwohner Mitteleuropas zur Zähmung und Domestizierung der wilden Rinder noch nicht fähig waren, und dass deshalb unsere Hausrinder von auswärts durch einwandernde, kultiviertere Hirtenvölker, die natürlich ihre Habe mit sich brachten, eingeführt sein müssen. Es handelt sich also um die Frage: Wann ist der Ur ausgestorben?

Schon bei Seneca und Plinius finden wir die beiden Wildrinder Deutschlands erwähnt, und die Unterscheidung ist eine genaue. Allein die Angaben so alter Autoren, besonders wenn es sich um die Beschreibung von Tieren ferner, noch nicht genauer erforschter Länder handelt, sind natürlich mit einiger Vorsicht aufzunehmen. Nun besitzen wir aber in Herberstain, welcher von 1486—1566 lebte, einen ziemlich rezenten Berichterstatter, welcher nicht nur angiebt, dass in Polen zu seiner Zeit noch der Ur vorgekommen ist, sondern auch Abbildungen von ihm sowohl wie von dem gleichfalls dort noch vorkommenden Wisent liefert. Der Ur wurde damals, in ganz ähnlicher Weise, wie es heutzutage mit dem Wisent geschieht, in einem

Walde gehegt. Wrzesniowski hat festgestellt, dass dieses im Walde von Jaktorówka (55 Kilometer westsüdwestlich von Warschau, in der Gegend von Bolemow und Sochaczew) stattgefunden hat. Wilckens sucht sich nun dieser für seine Theorien höchst unbequemen Angaben Herberstain's dadurch zu entledigen, dass er den Nachweis versucht, dass Herberstain sich über die Unterschiede beider Arten Wildrinder nicht recht klar geworden sei, er vielmehr aus dem allein damals vorkommenden Wisent zwei Arten gemacht habe. Die Abbildung des Ur in den Herberstain'schen Werken solle nachträglich von fremder Hand eingefügt, also eine Fälschung sein. Zudem zeige der Mangel der Hoden und ein strickartiger Streifen am Kopfe des abgebildeten Tieres, dass es sich auf dem Bilde um einen kastrierten Hausochsen handele.

Es war daher von außerordentlicher Wichtigkeit, ja sogar eine Notwendigkeit für die Klärung der Frage nach der Abstammung unserer Hausrinder, die Herberstain'schen Schriften noch einmal einer genauen und gründlicheren Prüfung zu unterziehen, als dies bisher geschehen war. Dies hat nun Nehring in der eingehendsten Weise gethan, indem er sich nicht nur möglichst viele Herberstain'sche Schriften aus verschiedenen Bibliotheken verschaffte, sondern auch andere auf diese bezügliche Litteratur studierte. Es stellte sich nun dabei heraus, dass Wilckens gerade das in Bezug auf die vorliegende Frage besonders wichtige Werk Herberstain's nicht gekannt hat, obgleich ein Exemplar davon in Wien sich befindet, wo Wilckens lebte. Es handelt sich hier um die deutsche „Moscovia" aus dem Jahre 1557. Dieses Werk ist nicht etwa bloß eine Uebersetzung der lateinischen „Rerum Moscoviticarum Commentarii", wie es die später, im Jahre 1563, erschienene Pantaleon'sche Ausgabe in deutscher Sprache ist, sondern vielmehr eine selbständige, deutsche Bearbeitung des in den Commentarii behandelten Stoffes und wurde von Herberstain selber besorgt und in Wien, mit vielen Abbildungen, veröffentlicht.

Aus dem genauen Studium der Schriften Herberstain's und der Verfolgung der Geschichte jeder einzelnen Abbildung in denselben ergiebt es sich, dass erstens Herberstain sehr oft in Polen war und sowohl dadurch als durch seinen Verkehr mit den hochgestelltesten Personen jenes Landes Gelegenheit hatte, sich genau über die wilden Rinder zu informieren, und dass er thatsächlich nicht allein selbst allmählich zu einer ganz genauen Unterscheidung zwischen Ur und Wisent gelangt, sondern auch bemüht gewesen ist, diese Erkenntnis nach Möglichkeit zu verbreiten. Er ließ in den Jahren 1550—52 die Häute nebst Hörnern und Füßen beider Arten in seinem Hause zu Wien aufstellen, damit sich jeder Besucher von der Richtigkeit seiner Unterscheidung überzeugen konnte. Dies wurde auch vielfach erreicht,

wie aus einem Gedichte hervorgeht, welches ein gewisser Betius unter dem Titel: „De Uro et Bisonte“ verfertigte, und welches Herberstain mit einer Sammlung sonstiger Lobgedichte auf ihn in einem „Gratae Posteritati etc.“ betiteltem Werke anhangsweise veröffentlicht hat. Es ergiebt sich zweitens, dass die Abbildungen des Ur und des *Bison* schon 1552 angefertigt wurden, und zwar auf Veranlassung Herberstain's und unter seinen Augen; von einem nachträglichen Einschieben von fremder Hand, von einer Fälschung kann gar keine Rede sein.

Die Abbildungen lassen zwar vom heutigen Standpunkte aus viel zu wünschen übrig, allein die charakteristischen Unterschiede von Ur und Wisent kommen darin doch voll zur Geltung. Wilckens Behauptung, dass das Bild des Ur einen gezähmten Hausochsen darstelle, ist ganz ungerechtfertigt. Der sogenannte Strick am Kopf ist weiter nichts als eine grobe Umrisslinie, wie sich ganz klar aus der Vergleichung der verschiedenen Abbildungen ergiebt. Bezüglich des Mangels der Hoden ist erstlich einmal daran zu erinnern, dass dieselben bei wilden Stieren wesentlich kleiner sind als bei den zahmen Bullen, und zweitens hebt Nehring hervor, dass in damaliger Zeit der Hodensack in den Abbildungen (z. B. bei Gesner) häufig fortgelassen wurde. Die Abbildung, welche Herberstain vom Ur giebt, stimmt ferner im Wesentlichen mit der Darstellung desselben Tieres auf einem Kupferstiche von Sibmacher aus dem Jahre 1596 und einem Gemälde auf Holz überein, welches höchst wahrscheinlich aus dem Anfange des 16. Jahrhunderts stammt und von Hamilton Smith im Jahre 1827 bei einem Kunst- und Antiquitätenhändler in Augsburg entdeckt wurde. Ja, die Uebereinstimmung dieses letztgenannten, ziemlich künstlerischen Bildes mit dem Herberstain'schen Originalholzschnitt erstreckt sich sogar auf die Farbe, denn sowohl dieses Bild als der Holzschnitt stellen den Ur in schwarzer Farbe dar (vergl. Nehring in: Wild und Hund, 1896, Nr. 33). Wenn schon diese beiden Bilder für die Zuverlässigkeit der Herberstain'schen Angaben sprechen, so ergiebt sich auch aus dessen eigenen Schriften, dass er zwar ein etwas eitler Herr, aber skrupulös genau war, und das war der dritte Punkt, welcher festzustellen war. Es ist also durch Nehring nachgewiesen worden, dass Herberstain ein zuverlässiger Gewährsmann ist, den Unterschied zwischen Ur und Wisent klar erkannt und diesen durch die genannten Abbildungen selbst zur Darstellung gebracht hat. Es hat also der Ur in historischer Zeit, und zwar während des 16. Jahrhundert noch in Polen gelebt und die im Walde von Jaktorówka gehegten Wildrinder, über welche nach Wrzesniowski genaue Listen geführt wurden, sind thatsächlich Ure gewesen und nicht Wisente. Aus dem jetzigen Deutschland ist er wohl schon früher verschwunden, immerhin beweisen

aber die Fundumstände eines jüngst von dem zoologischen Museum der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin erworbenen Ur-Schädels aus der Burg von Bromberg, welcher auf seiner Stirn 3 Lanzenstiche zeigt (vergl. 2, Abb. 9 auf Seite 89), dass der Ur im Mittelalter, etwa dem 12. bis 13. Jahrhundert, auch noch in der Umgegend von Bromberg gelebt hat.

Durch den Nachweis, dass das Ur-Rind, der *Bos primigenius*, noch in historischer Zeit in Mitteleuropa gelebt hat, ist die Frage nach der Abstammung unseres Hausrindes in ein ganz anderes Licht gerückt, und es dürfte wohl kaum mehr zu bezweifeln sein, dass die *Primigenius*-Rassen durch direkte Zähmung und Domestizierung jung eingefangener Exemplare von *Bos primigenius* in Europa selbst sich herausgebildet haben. [97]

P. Schiemenz.

Karl Ernst v. Baer und seine Weltanschauung.

Ernst v. Baer ist ein Mann, dessen Name in der Geschichte der Entwicklungslehre unsterblich geworden ist und dessen philosophische Anschauungen nicht ohne Einfluss auf weite Kreise geblieben sind. Aber gerade über Baer's philosophische Ansichten herrscht vielfach große Unsicherheit und Unklarheit. Nur daraus ist es begreiflich, dass man Baer nicht selten für diametral entgegengesetzte Anschauungen zitiert findet, bald für bald gegen die Descendenztheorie, bald für bald gegen die monistische Weltanschauung. Es wurde daher ohne Zweifel gerade in Naturforscherkreisen schon lange als ein Bedürfnis empfunden, eine getreue und quellenmäßige Darstellung von Baer's Weltanschauung zu erhalten. Dieser Aufgabe hat sich kürzlich Stölzle in einem ziemlich umfangreichen Werke unterzogen[1]), dem man von keiner Seite Parteilichkeit wird vorwerfen können.

„In jeder historischen Darstellung muss Wahrheit das vorgesteckte Ziel sein, wenn man nicht den Vorwurf sich zuziehen will, bloß im Parteiinteresse zu schreiben". Mit diesen Worten Baer's hat Stölzle den Charakter seiner Baerstudie ausgesprochen. „Wir möchten, dass unsere Darstellung einer unretouchierten Photographie gliche. . . . Es soll nichts verschwiegen, nichts hinzugesetzt, nichts missgünstig gedeutet werden" (S. 5). Wegen der strengen Objektivität, welche Stölzle einhält, wird sein Werk bei allen, die es lesen, Anerkennung finden, mag auch ihr philosophischer Standpunkt von demjenigen des Verfassers abweichen.

Im ersten Teil des Buches behandelt Stölzle die Quellen von Baer's Philosophie, seine Stellung zur Philosophie überhaupt und seine erkenntnistheoretischen Grundsätze. Der zweite Teil umfasst Baer's Naturphilosophie, das kosmologische, biologische und anthropologische Problem; hiebei wird das biologische Problem besonders eingehend berücksichtigt, um die

1) Karl Ernst v. Baer und seine Weltanschauung. Von Dr. Rem. Stölzle, Prof. d. Philosoph. a. d. Univ. Würzburg. Regensburg, Nationale Verlagsanstalt, 1897, 8°, 687 S., Preis 9 Mk.

vielumstrittene Stellung Baer's zur Descendenztheorie zu klären. Den dritten Teil des Werkes bildet die Religionsphilosophie Baer's, seine Anschauungen über Dasein und Begriff Gottes und über das Verhältnis zwischen Glauben und Wissen. Nach den von Stölzle beigebrachten Momenten kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass Baer gegen Ende seines Lebens wieder zur theistischen Weltauffassung zurückkehrte, von der er sich früher durch pantheistisch-monistische Anschauungen abgewandt hatte. Der vierte Teil des Werkes enthält Baer's Geschichtsphilosophie, der fünfte endlich seine ethischen, pädagogischen und politischen Ansichten. Im Anhang (S. 645—682) sind eine Reihe von Briefen Baer's und andere für dessen geistigen Entwicklungsgang bedeutsame Dokumente zum Abdruck gelangt. [99]

E. Wasmann.

Handbuch der Anatomie des Menschen.

In Verbindung mit weiland Prof. Dr. A. von Brunn, Prof. Dr. J. Disse, Prof. Dr. Eberth, Prosektor Dr. Eisler, Prof. Dr. Fick (Leipzig), Prosektor Dr. M. Heidenhain, Prof. Dr. F. Hochstetter, Prof. Dr. M. Holl, Prof. Dr. Kuhnt, Privatdozent Dr. Mehnert, Prof. Dr. Merkel, Privatdozent Dr. Nagel (Berlin), Prof. Dr. Pfitzner, Prof. Dr. Puschmann, Prof. Dr. G. Schwalbe, Prof. Dr. Siebenmann, Prof. Dr. Graf Spee, Prof. Dr. C. Toldt, Prof. Dr. Zander, Prof. Dr. Ziehen, Prof. Dr. Zuckerkandl

herausgegeben von Prof. Dr. Karl v. Bardeleben (Jena).

Verlag von G. Fischer in Jena.

Von diesem, auf 8 Bände berechneten Werke, das die gesamte Anatomie des Menschen nach dem jetzigen Stande des Wissens in einer Reihe monographischer Bearbeitungen darstellen soll, sind bisher 5 Lieferungen erschienen. Indem wir die eingehenden Besprechungen einzelner Abteilungen vorbehalten, wollen wir vorerst auf die vortreffliche Ausstattung hinweisen, welche die in naturwissenschaftlichen Kreisen rühmlichst bekannte Verlagsbuchhandlung dem Werke gegeben hat. In dieser Beziehung ist besonders die 3. Lieferung (Skelettlehre, Abteil. II: Kopf, von Prof. Graf Spee) hervorzuheben, welche mit 102 Original-Holzschnitten ausgestattet ist. Gegenüber den jetzt so beliebten Autotypien stechen diese Holzschnitte mit ihrer Klarheit und Schärfe rühmlich hervor, sowohl in künstlerischer Beziehung als auch in Bezug auf die genaue Wiedergabe und Feinheit der Einzelnheiten.

Die anderen bisher erschienenen Abteilungen behandeln die Abteilung I der Skelettlehre (Allgemeines, Wirbelsäule, Thorax) von Prof. Disse, die weiblichen Geschlechtsorgane von Dr. Nagel, die Muskeln und Fascien des Beckenausgangs von Prof. Holl und die Haut von Prof. v. Brunn. Auch in diesen ist die Ausstattung mit zahlreichen sehr guten, zum Teil mehrfarbig gedruckten Textabbildungen hervorzuheben. P. [93]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. November 1897.** **Nr. 22.**

Inhalt: **Frenzel**, Neue oder wenig bekannte Süßwasserprotisten. — **Freidenfelt**, Das centrale Nervensystem von *Anodonta*. — **Duncker**, Korrelationsstudien an den Strahlzahlen einiger Flossen von *Acerina cernua* L. (Schluss). — Zoologische Lehrbücher.

Am 2. Oktober d. J. starb zu Friedrichshagen (bei Berlin) unser sehr geschätzter Mitarbeiter

Herr **Dr. Johannes Frenzel,**

Leiter der biologischen Station am Müggelsee bei Berlin, früher Professor der Zoologie an der Universität Cordova in Argentinien. Auf einem Inspektionsgang begriffen stürzte er am Dienstag abend in der Dämmerung von einem in den See hinausgebauten Steg ins Wasser. Er konnte ohne fremde Hilfe an das Land gelangen, aber am folgenden Morgen starb er an Herzlähmung.

Das biologische Centralblatt verdankt ihm wertvolle Beiträge namentlich zur Biologie der Binnenseen. Seine letzte Arbeit dieser Art bringen wir in dieser Nummer. Wir werden seiner mit Liebe und Dankbarkeit gedenken.

Neue oder wenig bekannte Süßwasserprotisten.

Von Prof. **Joh. Frenzel.**

Biologische Station „Müggelsee“ (Friedrichshagen b. Berlin).

I. *Modderula hartwigi* n. g. n. sp.

Der Boden unserer langsam fließenden oder stagnierenden Gewässer wird bekanntlich von einer schlammartigen Masse bedeckt, die der norddeutsche Fischer als „Modder“ bezeichnet. Beschäftigt mit der Frage nach der Herkunft und Entstehung dieser Masse, suchte ich auch die in derselben lebenden Organismen festzustellen. Es zeigte

sich dabei zwar, dass der Modder — ich spreche hier zunächst von dem des Müggelsees und der Spree — außerordentlich steril ist; ja selbst diejenigen Organismen, welche man am ehesten anzutreffen vermuten sollte, die Bakterien, fehlen in auffallender Weise, bis auf eine charakteristische Art, die ich bei anderer Gelegenheit zu behandeln mir vorbehalte. Ebenso fehlen zumeist ciliate Infusoren, Amöben, Helioamöben[1]) und Heliozoen, wie auch Flagellaten, grüne Algen etc. selten sind. Konstant nur traf ich neben dem schon erwähnten Bacillus *Beggiatoa* an, wie es scheint in mehreren Arten, sowie endlich einen höchst merkwürdigen Organismus, den ich hier kurz charakterisieren möchte.

Gewöhnlich schöpfte ich für meine Zwecke eine Quantität Modder aus der Mitte des Müggelsees, südlich von der Biologischen Station, in Tiefe von 7 bis 7,5 m[2]). Der Modder wurde sodann in sorgfältig gereinigte Gläser übertragen, mit Wasser aufgefüllt und mit einem Glasdeckel zugedeckt. Eine derartige Kultur ist zwar keine absolut einwandfreie, da fremde Keime eingedrungen sein können; sie reicht aber für allgemein orientierende Zwecke aus. Treten dann ferner in einer solchen Kultur Lebewesen auf, die wo anders, namentlich in andersartigen Kulturen fehlen, so kann man mit großer Sicherheit schließen, dass diese Lebewesen oder deren Keime bereits in dem zu der Kultur verwandten Materiale vorhanden waren. So waren sowohl die Beggiatoen, wie auch die erwähnten Bacillen schon in frisch geschöpftem Modder nachweisbar, reichlicher aber und sicherer anzutreffen, in den Kulturen. Die nunmehr zu besprechende *Modderula* vermochte ich zwar bisher in frisch geschöpftem Material noch nicht festzustellen, sondern nur in Kulturen, zweifle aber nicht, dass sie auch dort zu finden sein wird und dass sie ein charakteristischer Bewohner des Modders ist. Auch in den Kulturen trat sie bisher nur vorübergehend auf, zeitweise aber konstant, so dass ich innerhalb weniger Tage acht Exemplare untersuchen konnte. Dann verschwand sie plötzlich. Obgleich ich nun zwar hoffe, ihrer bald wieder habhaft werden zu können, so möchte ich doch schon jetzt in einer vorläufigen Mitteilung das niederlegen, was ich bisher festgestellt habe.

Modderula hartwigi[3]), wie ich den neuen Organismus zu nennen vorschlagen möchte, hat die Gestalt eines Ellipsoids, von bald längerem, bald kürzerem Hauptdurchmesser. Einmal war die Gestalt eine fast kugelige, sonst aber meist eine etwa eiförmige, im Verhältnis von 3 : 2

1) Vergl. Joh. Frenzel, Untersuchungen über die mikroskop. Fauna Argentiniens. I. Teil: Die Protozoen. I. u. II. Abteil. Die Rhizopoden und Helioamöben. Bibliotheca Zoologica, Heft 12.

2) Je nach dem Wasserstande.

3) Zu Ehren meines verehrten Mitarbeiters W. Hartwig, des trefflichen Kenners unserer Entomostraken.

der Länge zur Breite, in einem Falle war die Gestalt eine besonders langgestreckte im Verhältnis von 2 : 1. Sie war in diesem Falle walzenförmig resp. cylindrisch, mit kugelförmig abgeschlossenen Enden.

Gestaltsveränderungen irgend welcher Art habe ich niemals wahrgenommen.

Die Größe der *Modderula* ist eine verschiedene und bewegte sich in folgenden Grenzen: die größte Länge des großen Durchmessers betrug 50 μ (kleine Durchmesser ca. 30 μ), die geringste Länge war 12 μ (kleiner Durchm. = 9 μ). Sonst betrug der große Durchmesser 25—35 μ. Größere Exemplare waren mehr langgestreckt, kleinere mehr kugelig.

Nach außen wird *Modderula* von einer festen, fast doppelt konturierten, wasserhellen, farb- und strukturlosen Membran begrenzt, die stark lichtbrechend ist.

Innen liegen der Membran kleine, stark glänzende und farblose Kügelchen dicht an, deren Durchmesser etwa 1—2 μ beträgt. Sie sind also unter sich annähernd gleich groß. Eine bestimmte Anordnung lassen sie nicht erkennen, doch liegen sie zumeist in den Lücken, die die weiter unten zu besprechenden größeren Klümpchen frei lassen. In dem einzigen Falle, in welchem diese Klümpchen fehlten, hatten jene Kügelchen eine etwa maschenförmige Anordnung, dergestalt, dass etwa 10 oder mehr zu einem Haufen vereinigt lagen, von dem aus Stränge von aneinandergereihten Kügelchen zu einem benachbarten Haufen oder — in der Ansicht von oben — zur Peripherie zogen. Beim Heben und Senken des Tubus ließ sich im Centrum jedes Kügelchens ferner ein dunkler Punkt erkennen, geradeso wie bei ähnlichen Einschlüssen des schon oben erwähnten Bacillus. Diese beiderlei Gebilde stimmen dann weiter im Aussehen mit denjenigen Körnchen von *Beggiatoa* überein, die bekanntlich aus Schwefel bestehen, und ich bin geneigt, hier das Gleiche zu vermuten. Mit Fett haben wir es jedenfalls nicht zu thun, da die Gebilde in Chloroform und Aether unlöslich sind, und ebenso wenig etwa mit Gasbläschen. Diese würden nämlich bei dieser geringen Größe rötlich oder violett erscheinen, nicht so glänzen, keinen dunklen Kern haben und genau kugelig sein, soweit sie frei liegen. Thatsächlich sind aber die genannten Kügelchen ein wenig eckig, schief oder dergl. Endlich ist hervorzuheben, dass der in Rede stehende Modder schwefelhaltig ist, wie er ja auch bekanntlich Schwefelwasserstoff entwickelt, der sich meist schon dem Geruch bemerkbar macht. Eine Aufnahme von Schwefel würde also nicht weiter Wunder nehmen können.

Mit Ausnahme eines einzigen bisher konstatierten Falles setzte sich der Hauptbestandteil der *Modderula* aus großen Klümpchen zusammen, die ebenfalls stark glänzen und an sich farblos sind. Dieselben liegen der Membran zumeist nicht so dicht an, wie die genannten

Kügelchen, sondern lassen einen geringen Zwischenraum frei. Sonst aber liegen sie dicht gedrängt, derartig, dass die etwa vorhandenen Lücken nach außen, an der Membran, von den Kügelchen eingenommen werden. Sie scheinen im übrigen den ganzen Zellraum auszufüllen, denn ich konnte beim Heben und Senken des Tubus niemals einen innern Raum erkennen, der frei von ihnen gewesen wäre. Ihre Gestalt ist eine isodiametrische, annähernd kugelige, mit abgerundetem Ecken. Ihre Größe ist eine etwas verschiedene und beträgt etwa 4 bis 6 μ im mittleren Durchmesser. Es kommen mithin 3 bis 4 solcher Gebilde auf den Querdurchmesser der *Modderula*, und 4 bis 7 auf den Längsdurchmesser. Auch sie zeigen keine bestimmte Anordnung, sondern drängen sich in und aneinander, etwa wie ein unregelmäßiges Pflaster. Die äußere Oberfläche des Ganzen wird dadurch aber in keiner Weise beeinflusst.

Ueber die Natur der soeben erwähnten Klümpchen vermag ich nur wenig zu sagen. Jedenfalls sind sie nicht flüssig, sondern mindestens halbfest. Obgleich ohne Farbe und ohne irgendwelche sichtbare Struktur sind sie nur wenig durchsichtig und reflektieren das Licht stark, was man bei auffallendem Lichte gut sieht. Sie glänzen dann wie Kalkkörnchen etc., die etwa ebenfalls im Präparate enthalten sind. Aus diesen Gründen erscheint die *Moddulera* auch fast schwarz (bei durchfallendem Licht) und äußerst glänzend. Einige Male sah ich ferner durch die oberen Klümpchen die Grenzen der unteren oder mittleren hindurchschimmern, und zwar mit grünlicher Farbe. Es handelte sich hier aber lediglich um Lichtbrechung und nicht um Eigenfärbung.

In 7 von 8 Fällen waren diese Klümpchen vorhanden und zwar stets in übereinstimmender Weise. In einem Falle jedoch fehlten sie durchaus. Nun wäre es ja möglich, dass dieser eine Fall einen anderen Organismus darstellt; da aber alles Uebrige sonst völlig übereinstimmt, so möchte ich das nicht annehmen und ich möchte daher auf diesen eingehen. Er zeigte zunächst dieselbe Gestalt, dieselbe Membran und dieselben Kügelchen, die auch hier der Membran dicht anlagen, das Innere freilassend. Das von Klümpchen und Kügelchen freie Zellinnere bot nun aber keineswegs den gewohnten Anblick von Protoplasma dar. Es ließ sich vielmehr eine homogenere, wohl flüssige Masse erkennen und in dieser in reichlichem Maße verteilte krystallartige Gebilde. Viele von ihnen waren fast staubartig klein, andere aber größer und manche etwas größer als die Randkügelchen, nämlich ca. 2—3 μ lang. Eine Eigenfärbung schienen diese Krystalle nicht zu haben, sie unterschieden sich aber von dem sie umgebenden Medium durch einen ganz leicht gelblichen Ton oder Reflex. Von Gestalt waren sie kurz- und breit-stäbchenförmig, auch tafelförmig und zu zweien oder dreien vereinigt. Hinsichtlich des

Glanzes standen sie hinter den Randkügelchen zurück. Was aber am meisten an ihnen auffiel, war ihre Beweglichkeit, die meiner Meinung nach völlig mit der sog. Molekularbewegung übereinstimmte. Sie tanzten nämlich leicht hin und her, ohne Sinn und Zweck, möchte man fast sagen, und gar nicht so „zielbewusst", wie man es sonst in einem protoplasmatischen Körper gewohnt ist zu sehen. Ja, in Wahrheit machte das Ganze den Eindruck, als ob man es mit einem toten oder abgestorbenen Körper und nicht mit einem Organismus zu thun hatte. Ich habe es wenigstens häufig gesehen und glaube es als bekannt voraussetzen zu dürfen, dass, wenn ein einzelliger Organismus unter dem Mikroskop ohne Zufügung eines Gerinnungsmittels oder dergl. abstirbt, sofort eine Molekularbewegung der vorher ruhenden oder in gleichmäßig fortschreitender Bewegung befindlichen Inhaltskörperchen eintritt. Ganz so sah also die Bewegung im Innern des soeben genannten Individuums aus. Auch muss ich betonen, dass der übrige Zellinhalt gar nicht den Eindruck von Protoplasma macht. Er besaß wenigstens nicht den eigentümlichen Glanz desselben, sondern sah aus, wie irgend eine Flüssigkeit, etwa Wasser. Beim Hinzufügen von sehr verdünnter Sublimatlösung trat auch keine Gerinnung im Innern ein, was doch auffällig genug ist, und die Molekularbewegung erfuhr infolge dessen auch keine Unterbrechung, was sicher eingetreten wäre, wenn der Inhalt geronnen wäre.

Ob und welcher Art ein Protoplasma bei der *Modderula* vorhanden ist, vermag ich mithin nicht irgendwie zu sagen. Bei denjenigen Exemplaren, die von den Klümpchen erfüllt waren, wüsste ich kaum, wo das Protoplasma liegen sollte, es sei denn dicht unter der Membran resp. in den spärlichen noch bleibenden Lücken. Ebensowenig habe ich einen Kern oder ein kernartiges Gebilde nachweisen können. Ich wusste auch hinsichtlich dessen noch weniger, wo es liegen sollte, da für einen rundlichen oder ähnlich beschaffenen Kern kein Platz vorhanden wäre. Nur bei dem klümpchenfreien Exemplar wäre dies der Fall gewesen, doch sah ich hier nichts, was ich als Kern hätte deuten können, auch nicht nach Sublimatwirkung. Auf Versuche mit Färbemitteln musste ich leider verzichten, da dieses einzige Exemplar meinen Blicken entschwand und zwischen den Detritusmengen nicht mehr aufzufinden war.

Nach Allem, was bisher über die *Modderula* gesagt worden ist, wird man meinen wollen, dass man es garnicht mit einem Lebewesen zu thun habe. In der That muss ich gestehen, dass ich sie anfänglich auch übersah und für ein Klümpchen aus Sandkörnchen hielt. Ganz so sieht sie aus. Plötzlich aber bewegt sie sich vorwärts, langsam, ruckweise, und zwar ganz so, wie etwa eine *Euglypha*. Sie dreht sich dabei auch um sich selbst, sowohl um die Längs- wie um die Queraxe, und strebt ganz unverkennbar einem Detritusbrocken zu,

um sich in diesem zu verstecken. Die Eigenbewegung von Ort zu Ort ist also unverkennbar und mit einer passiven oder molekularen garnicht zu verwechseln. Ja, ich muss sie geradezu für eine zweckmäßige halten, da, wie gesagt, einem Fremdkörper zugestrebt wird. Ich denke mir dabei, dass die *Modderula* photophob ist, was sich recht gut verstehen lässt, da sie sich im dunklen Schlamme gewöhnlich aufhält, und daher also das Licht flieht.

Da die Bewegungen der *Modderula* sehr an einen monothalamen Rhizopoden erinnern, so suchte ich zunächst nach den Pseudopodien, fand aber durchaus keine. Ich habe manche Exemplare stundenlang beobachtet und meine auf keinen Fall Pseudopodien übersehen zu haben, wenn welche vorhanden gewesen wären. Auch konnten diese bei einem zu bewegenden Körper von 50 μ Länge nicht unendlich fein sein. Ebensowenig sind Wimpern vorhanden. Gesehen habe ich zunächst keine; aber selbst wenn sie von außerordentlicher Zartheit und an der Grenze des Sichtbaren wären, so hätte man doch wenigstens den Ausdruck und die Wirkung ihrer Bewegungen an außen liegenden kleinen Fremdkörpern erkennen müssen, die dann vorbei getrieben wären. Doch das war nicht zu konstatieren. Kleine Körnchen etc. in der nächsten Nähe zeigten wohl Molekularbewegung, aber sonst nichts. Außerdem bleiben an der Außenseite der *Modderula* leicht Fremdkörper hängen oder kleben an, was bei einer Bewimperung doch unmöglich sein würde. Endlich muss ich auch das Vorhandensein einer Geißel in Abrede stellen. Zunächst würde eine solche nämlich nicht die gedachte ruckweise Bewegung hervorrufen, dann aber müsste sie bei einem so großen Organismus doch kräftig genug sein, um ihn zu bewegen, doch also auch groß und deutlich. Allerdings finden sich ja bei *Spirillum* etc. Geißeln, die erst durch künstliche Färbung etc. deutlich gemacht werden können. Aber was sind dies für winzige Gebilde gegen unsere *Modderula* mit ihrer 50 μ Länge und 30 μ Breite! Die Geißel müsste dann ferner am Vorder- oder Hinterende, oder an beiden liegen; aber gerade hier haften sich am leichtesten Fremdkörper fest, was beim Vorhandensein einer schwingenden Geißel undenkbar wäre.

Besitzt unsere *Modderula* mithin weder sichtbare Pseudopodien, noch Geißel, noch Wimpern, so ist nun die Frage zu beantworten, wie die Ortsbewegung zu erklären ist. Dies könnte auf zweierlei Weise beantwortet werden. Entweder nämlich ist die Bewegung identisch oder ähnlich wie bei Diatomeen oder bei Gregarinen, dergestalt, dass schleimartige Fäden ausgestoßen werden oder ausfließen, oder, es findet eine Molekularattraktion statt. Diese Frage muss noch eingehend untersucht werden. Für die erstere Annahme würde vor allen sprechen die eigentümlich ruckweise Bewegung, wie sie auch

gewissen Diatomeen eigen ist (*Navicula*). Abweichend dagegen ist wieder das Hin- und Herdrehen der *Modderula*, das sich mit jener Bewegungsart nicht gut vereinen lässt. Man müsste denn annehmen, dass die *Modderula* allseitig Flüssigkeits- oder Schleimströmchen ausstoßen kann, so dass die Bewegung auch eine allseitige zu sein vermag. Was endlich eine Molekularattraktion anbetrifft, so ist diese überhaupt nur hypothetisch. Der negative Heliotropismus der *Modderula* würde aber insofern zu dieser Erklärung passen, als jeder größere Fremdkörper anziehend auf unseren Organismus zu wirken scheint.

Nicht allein die Ortsbewegung der *Modderula* spricht dafür, dass sie ein lebender Organismus ist, sondern auch eine andere Erscheinung. In einem Falle fand ich nämlich einen Zustand, welchen ich geneigt bin, für den einer Querteilung anzusehen. Zwei gleich große kugelförmige Hälften hingen nämlich enge zusammen mittels einer kurzen, aber breiten Brücke. Ein wirkliche Teilung d. h. Trennung trat zwar nicht sogleich ein, doch sah ich, wie die Teilstücke langsam weiter auseinanderrückten, so dass also an einer endgiltigen Teilung nicht wohl zu zweifeln ist.

Da alle Organismen, die wir kennen, aus Zellen bestehen oder den Wert einer Zelle haben, so müssen wir *Modderula* als einen einzelligen Organismus bezeichnen, obgleich, wie auseinandergesetzt, ihr Zellinhalt ein durchaus abweichender ist. Die weitere Frage nun, ob *Modderula* zu den Tieren oder zu den Pflanzen gehört, kann nicht entschieden werden. Allerdings vollführt sie ja eine Ortsbewegung, und wir lieben es, Organismen dieser Art zu den Tieren zu ziehen. Aber auch echte Pflanzen bewegen sich „willkürlich“ z. B. Diatomeen. Ebenso wenig lässt sich endlich die Zugehörigkeit der *Modderula* zu einer der bekannten Gruppen unter den einzelligen Organismen bestimmen. Sie ist kein Rhizopod, denn ihr fehlen die Pseudopodien. Mit einer Gregarine hat sie wohl allenfalls die äußere Form und die kutikulaartige Membran gemein, weiter aber nichts, wenn man von der physiologischen Eigenschaft der Beweglichkeit absieht, die freilich ähnlich ist. Was die Gestalt und deren Starrheit (Unveränderlichkeit), ferner die Membran und den Mangel eines sichtbaren Kernes anbetrifft, so lässt sich endlich eine gewisse Aehnlichkeit mit den Schizomyceten (Bakteriaceen) erkennen, eine Aehnlichkeit, die durch die wahrscheinliche Art der Vermehrung (durch Querteilung) noch unterstützt wird. Die erheblichere Größe, die Art und Weise der Bewegung und die Gestaltung des Zellinhaltes bilden dagegen wieder gewichtige Unterschiede, die ein Angliedern an die Bakteriaceen nicht gut zulassen. Wir müssen mithin *Modderula hartwigi* als einen eigenartigen, gänzlich abseits stehenden Organismus auffassen.

Modderula n. g. Gestalt ellipsoidisch, starr. Kräftige Membran. Inhalt kleine kugelige Wandkörnchen (Schwefel?) und größere Klümp-

chen, die auch fehlen können. Kern nicht sichtbar. Bewegung ruckweise und drehend ohne erkennbare Bewegungsorgane. Fortpflanzung wahrscheinlich durch Querteilung.

Modderula hartwigi n. sp. Mit den Charakteren der Gattung. [112]

Das centrale Nervensystem von *Anodonta*.

Von **T. Freidenfelt** in Lund.

Vorläufige Mitteilung.

In meiner ersten Mitteilung über die Neurologie der Acephalen[1]) erklärte ich als meine Absicht, die Untersuchung auch auf das centrale Nervensystem dieser Tiere auszudehnen.

Das centrale Nervensystem der Acephalen schien mir nämlich eine eingehende Untersuchung mittels der neuen Methoden zu verdienen, mit denen uns die moderne Technik ausgerüstet hat. Es existiert zwar eine Untersuchung speziell über diesen Gegenstand, Rawitz' umfassende Arbeit „Das centrale Nervensystem der Acephalen“[2]), seine Untersuchungen datieren aber aus der Mitte der 80er Jahre, ehe noch der große Umschlag auf dem Gebiete der Neurologie ganz durchgedrungen war, und sind mit Methoden vorgenommen, die, wie wertvoll sie auch an und für sich sein können, doch nicht im Stande sind, recht befriedigenden Aufschluss über die Fragen zu geben, deren Beantwortung als Ziel einer speziellen neurologischen Untersuchung im modernen Sinne aufgestellt werden muss.

Als Untersuchungsobjekt habe ich *Anodonta* gewählt, oder richtiger, ich bin durch die Verhältnisse gezwungen worden, diese Art zu wählen, da mir sonst während des Winters, wenn unsere Meeres-Acephalen nicht zu erhalten sind, keine andere größere Muschel in hinlänglicher Anzahl zu Gebote stand.

Anodonta ist keineswegs das beste Objekt, wenn es eine Untersuchung des centralen Nervensystems gilt. Die Golgi'sche Methode ist konstant fehlgeschlagen und die Färbung mit Methylenblau glückte mir nur in einer Minderzahl von Fällen wohl, und zwar wenn sie in einer besonderen Form benutzt wurde. In der beabsichtigten, ausführlicheren Publikation werde ich die angewandten Methoden genauer beschreiben, die ich erst nach längere Zeit fortgesetztem Experimentieren habe ausfinden können.

Natürlich sind außer der vitalen Methylenblaufärbung auch andere Methoden zur Anwendung gebracht, z. B. Isolationen (mit schwachem

1) Freidenfelt, Untersuchungen zur Neurologie der Acephalen. I. Ueber das Nervensystem des Mantels von *Mactra elliptica* Brown, in: Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. der Tiere, Bd. 9, 1896.

2) In: Jen. Z. Naturw., Bd. 20, 1887.

Alkohol und Kaliumbichromat) und gewöhnliche Schnitt- und Färbungsmethoden sowie auch die neueren Methoden zum Erforschen der Struktur der Nervenzellen. Was die Resultate der letzteren betrifft, muss ich jedoch auch auf eine kommende Publikation hinweisen.

Es scheint geraten die Darstellung des Baues des centralen Nervensystems der Acephalen mit einer Zusammenfassung der Ansichten zu beginnen, die der letzte Monograph, Rawitz, hierüber ausgesprochen hat. Im Folgenden werden sodann die prinzipiellen Verschiedenheiten zwischen meiner eigenen Auffassung und der seinigen hervortreten. Die Auffassung des erwähnten Verfassers kann folgendermaßen kurz zusammengefasst werden[1]).

Die centralen Ganglien der Acephalen bestehen aus einer Rinde von Ganglienzellen und einer centralen Marksubstanz, der weißen Substanz der Vertebraten homolog. Die Zellenrinde wird aus uni- (am zahlreichsten), bi- (am seltensten) und multipolaren Zellen zusammengesetzt. Unter den unipolaren Zellen giebt es einige wenige, deren Fortsatz, ohne weiteres, direkt zur Peripherie geht. Die peripheren Fortsätze aller übrigen Zellen senken sich in die Marksubstanz ein und lösen sich hier auf. Die multipolaren Zellen sind Sammelzellen, deren Markfortsatz das Homologon des Deitersschen Fortsatzes ist.

Die Marksubstanz wird gebildet

a) von dem centralen Nervennetz, welches durch die Verflechtung der Teilungsprodukte der Markfortsätze entsteht,
b) von den Nervenfibrillen, welche sich aus den Maschen des Nervennetzes bilden,
c) von einer dem Nervenmark der Wirbeltiere ähnlichen, die charakteristischen Myelinformen bildenden Substanz, welche die Fäden des Netzes und die Fibrillen von einander isoliert.

Rawitz schließt sich also ganz bestimmt der Auffassung an, dass ein direkter Zusammenhang zwischen den Fortsätzen der Nervenzellen besteht, und glaubt diese Ansicht durch sichere Beweise gestützt zu haben. Er meint Bilder gesehen zu haben, die jeden Zweifel ausschließen, dass in den resp. Fällen wirkliche Netzverbindungen zwischen Zellenfortsätzen vorlagen, und beschreibt ausführlich die verschiedene Art und Weise, in welcher die Zellen mit einander zusammenhängen. Die Bilder eines Zusammenhanges zwischen Zellen, die er für am meisten unzweifelhaft ansieht, sind von Isolationspräparaten geholt, aber S. 419 sagt er ausdrücklich, dass feine Schnitte (Längsschnitte) von völlig so großem Wert sind, wenn es gilt, darzulegen, in welcher Weise die verschiedenen Zellenformen mit einander in Verbindung treten; auch erklärt er (S. 429), dass „das centrale Nervennetz" sich am besten an mit verdünnten Karminlösungen gefärbten Längsschnitten studieren

1) l. c. S. 447—448.

lässt. Was den Bau des centralen Nervennetzes betrifft, hat er sich also im Wesentlichen, wenn auch nicht ausschließlich, auf Schnittpräparate verlassen, die nach den bei gewöhnlichen histologischen Untersuchungen gebräuchlichen Methoden fixiert und gefärbt waren. Nun verhält es sich aber offenbar so, dass solche Schnittpräparate, wie wertvoll, ja unentbehrlich sie auch für die Erkenntnis der rein topographischen Anordnung der Zellen und der Marksubstanz sind, doch sehr geringen Wert besitzen, wenn es eine Antwort gilt auf die Frage: Kontakt oder Netzverbindung? Denn an einem solchen Schnitte, mag er auch noch so dünn sein, wo die Zellfortsätze ja immer sehr schwach gefärbt sind, ist es auch mit starken Vergrößerungen nicht möglich, mit voller Gewissheit festzustellen, ob in einem gegebenen Fall eine wirkliche Netzverbindung oder nur eine Ueberlagerung oder Verflechtung von Fibrillen vorliegt. Auch Isolationspräparate sind in dieser Hinsicht nicht hinreichend maßgebend, da natürlich der verschiedene Macerationsgrad auf die Zähigkeit Einfluss üben kann, mit welcher zwei zusammengeflochtene oder neben einander parallel verlaufende Fibrillen mit einander zusammenhängen. Eine Fehlerquelle geben auch die zuweilen außerordentlich großen Varikositäten ab, die bei weniger genauer Beobachtung der Struktur Nervenzellen vortäuschen können. Ich habe selbst eine Menge Isolationsversuche angestellt, und unter den schon an und für sich prozentisch wenigen Fällen, wo ein Zusammenhang zwischen Ausläufern verschiedener Zellen sich zeigte, glückte es mir in der Mehrzahl von Fällen nachzuweisen, dass dieser Zusammenhang nur ein scheinbarer war. Doch will ich keineswegs leugnen, dass sich in einigen Fällen bei den Isolationen solche Bilder gezeigt haben, wo es nicht möglich war, diesen Nachweis zu führen, und ebenso wenig, dass ich an Methylenblaupräparaten ein paar Mal einen nach allem zu urteilen unzweifelhaften Zusammenhang zwischen Zellenausläufern beobachtet habe. Aber wie gesagt, diese Fälle sind Ausnahmen, vielleicht von halb pathologischer Natur, nicht Regel. Als Regel gilt im Gegensatz, wie es die in dieser Hinsicht ohne Vergleich zuverlässigsten Methylenblaupräparate zeigen, dass auch bei den Acephalen das centrale Nervensystem aus selbständigen, mit einander nur durch Kontakt in Verbindung tretenden Neuronen besteht, und dass die Marksubstanz keineswegs ein wirkliches Nervennetz im Rawitz-Bellonci-Béla Hallerschen Sinne darstellt, sondern ein „Neuropilem“ (His), d. h. sie entsteht aus den aus der Zellenrinde eintretenden Dendriten und den dieselbe in verschiedenen Richtungen durchsetzenden Inaxonen mit ihren Kollateralen, resp. den Telodendrien, die von ihnen gebildet werden.

Einen doppelten Ursprung der Nervenfibrillen kann ich also nicht zugeben. Jede von einem centralen Ganglion austretende

Fibrille kommt direkt von einer Zelle ohne Vermittlung eines Nervennetzes.

Ich gehe jetzt zur Besprechung der verschiedenen Zellenformen über, dabei ausschließlich die Verhältnisse in dem best untersuchten Visceralganglion referierend.

Im Visceralganglion von *Anodonta* finden sich die beiden Zellenkategorien, die man im centralen Nervensystem der Vertebraten unterscheidet, repräsentiert, d. h. Zellen des Deiters'schen und des Golgischen Typus. Erstere sind natürlich in großer Mehrzahl. Es finden sich sowohl uni- wie bi- und multipolare Formen. Die unipolaren,

Fig. 1.

Fig. 1. Die Wurzel des Nervus pallialis posterior sin. mit ihren Neuronen, aus mehreren Präparaten schematisch zusammengestellt.
A äußerer, *J* innerer Ast, *H* Hauptstamm des Nerv. pall. post., *C* nach außen (zum Mantel) abgehender kleiner Nerv, *cprf* centripetale „Riesenfibrille", *cpf* feine, zum Teil variköse, centripetale Fibrillen, *k* Kollaterale, *U* unipolare, *B* bipolare, *M* multipolare Zellen.

Deiters'schen Zellen (Fig. 1 *U*) sind die zahlreichsten; sie übertreffen in der That, wie es Rawitz (vergl. oben) konstatiert, alle anderen

Zellenformen an Zahl. Ihre Größe ist außerordentlich variierend: sie schließen sowohl die größten wie auch die kleinsten überhaupt im Ganglion vorkommenden Zellen ein. Ebenso herrscht eine große Verschiedenheit in Bezug auf Dicke und Aussehen der Inaxonen. Was jedoch in Betreff der Inaxonen der unipolaren Deiters'schen Zellen besonders hervorzuheben ist, ist, dass sie, oder wenigstens die stärkeren, nicht varikösen, während ihres Verlaufs durch das Ganglion, einen oder mehrere Kollateralen abgeben (Fig. 1*k*). Ihr Neurocyt kann unmittelbar an dem Nerven liegen, in den sich der Inaxon hinaus begiebt, oder auch weiter davon entfernt sein, so dass der Inaxon vor seinem Austritt das ganze Ganglion durchlaufen muss.

Die hierher gehörigen bipolaren Zellen (Fig. 1*B*) scheinen dagegen wenigstens in der Regel am oder in der Nähe des Ursprunges des Nerven zu liegen, in den sich der Inaxon begiebt. Sie finden sich bei allen peripheren Hauptnerven (einschließlich der Cerebralkonnektiven).

Die multipolaren Deiters'schen Zellen (Fig. 1*M*) sind wie die unipolaren von wechselnder Größe, sie wechseln aber auch außerordentlich in ihrer Form. Auf die verschiedenen Formen lasse ich mich jedoch hier gar nicht ein, umsomehr, da sie wohl kaum in morphologischer oder physiologischer Hinsicht irgend welches größeres Interesse besitzen. Was den Verlauf ihrer Inaxonen betrifft, gilt dasselbe, was oben von den unipolaren gesagt wurde. Die betreffenden Zellenformen können im Großen gesehen als in gewissen Centren gruppiert betrachtet werden. Ein solches Centrum (Fig. 1) — es ist der Teil des Ganglions, der sich am allerleichtesten färbt — liegt an der Basis jedes Nervus pallialis posterior als eine dünne Rindenschicht um die dicke Fibrillenmasse.

Fig. 2.

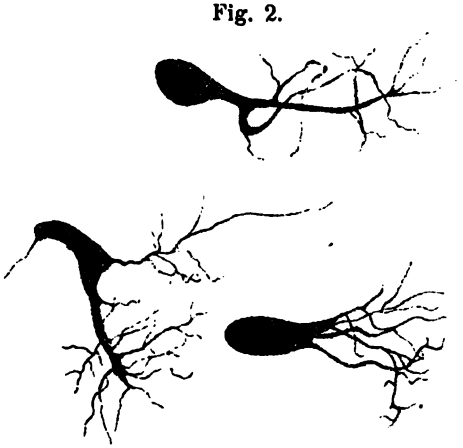


Fig. 2. Associationsneuronen aus den lateralen Associationscentren im Visceralganglion von *Anodonta*.
Obj. 8, Oc. 1 von Leitz. Tubusl. 160 mm.

Die Neuronen der anderen Kategorie, die Golgi'schen (Fig. 2), um Kölliker's Ausdruck zu brauchen oder die Associationselemente,

befinden sich im Vergleich mit den oben besprochenen bedeutend in Minderzahl.

Die gewöhnlich aufgestellten verschiedenen Formen lassen sich auch hier unterscheiden, sie sind aber bedeutend weniger scharf von einander begrenzt. Einzelne Golgi'sche Zellen finden sich wohl fast überall in der Zellenrinde; in größerer Anzahl gesammelt liegen sie eigentlich nur an zwei Orten im Ganglion, wo sie bestimmte Centren bilden, die sich von der äußersten Schicht der Rinde bis zur und in die Marksubstanz hinein erstrecken.

Diese beiden lateralen Associationscentren, wie man sie wohl bezeichnen kann, erstrecken sich von der Basis des Nervus pallialis posterior zur Abgangsstelle des Nervus branchialis. Auch in der Basis des letzteren Nerven findet man Associationselemente; ich will aber bis auf weiteres dahingestellt lassen, ob sie als ein besonderes Centrum zu betrachten sind oder nur als die am weitesten vorgerückten Elemente des großen lateralen Centrums.

Rawitz giebt an[1]), dass in den Cerebralganglien von *Unio pictorum* und *Anodonta anatina*, und nur hier, sich eigentümliche Bildungen finden, die er geschwänzte Kerne nennt. An beiden Seiten des eiförmigen, kugelrunden (*Anodonta*) oder spindelförmigen (*Unio*) Kernes läuft ein ungeteilter oder dichotomisch verzweigter Schwanz aus. Die Frage nach der Bedeutung dieser Bildungen und ihrem eventuellen Zusammenhang mit den übrigen Elementen des Ganglions will der Verf. ganz dahingestellt lassen. Er betont jedoch, dass eine Verwechslung mit den geschwänzten Kernen des Neurilemmas ganz und gar ausgeschlossen war, und da er an zwei Stellen (S. 431 und in den Schlussbetrachtungen S. 448) ausdrücklich hervorhebt, dass in den centralen Ganglien der Acephalen keine Bindegewebselemente, keine mit der Neuroglia der Vertebraten homologe oder analoge Bildungen vorhanden sind, ist es deutlich, dass er diese geschwänzten Kerne als Elemente nervöser Natur betrachtet.

Diese Bildungen sind jedoch keineswegs auf die Cerebralganglien von *Unio* und *Anodonta* beschränkt. Sie finden sich auch im Visceralganglion und ein genaues Studium ihres Vorkommens und Aussehens hat an die Hand gegeben, dass sie wahrscheinlich als Bindegewebselemente zu betrachten sind. Sie kommen in ganz derselben Form in den peripheren Nervenstämmen vor und zwar am zahlreichsten unmittelbar unter der Hülle. Vereinzelt finden sie sich auch im Innern der Nerven zwischen den Fibrillen; sie folgen sozusagen den Fibrillen der Nerven in die Ganglien hinein, wo sie in der Marksubstanz auftreten. Die Ausläufer sind ziemlich breit, nie varikös, gerade oder winklig gebogen, nicht geschmeidig gewunden wie die der Nervenzellen. Die eine Gruppe der

1) l. c. S. 422.

Bindegewebselemente der Acephalen, die von Kollmann[1]) und J. Thiele[2]) sogenannten Spindelzellen, können Formen annehmen, die eine Verwechslung mit bipolaren Nervenzellen sehr leicht hervorrufen[3]).

Es erübrigt noch, einige Worte von dem sogen. Osphradium oder Spengel'schen Organ zu sagen. Dieses steht bei *Anodonta*, wie bei den Acephalen im Allgemeinen, in naher Verbindung mit dem Nervus branchialis [„Ganglion olfactorium" Spengel[2])]. Es besteht bei *Anodonta* aus einem breiten Streifen von Cylinderepithel an der inneren Seite der Basis der beiderseitigen Kiemen; es liegt also unmittelbar über dem hier verlaufenden Nervus branchialis. Die centralen Ausläufer der Osphradium-Sinnesepithelzellen begeben sich auch in den Nerven hinein. Der Nervus branchialis ist, wie

1) Kollmann, Die Bindesubstanz der Acephalen, in: Arch. Mikr. Anat., Bd. 13.

2) Thiele, Die Mundlappen der Lamellibranchier, in: Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 44.

3) Ich will hier eine Berichtigung meiner ersten Mitteilung über die Neurologie der Acephalen anknüpfen. Ich beschrieb da subepitheliale, bipolare Zellen, deren peripherer Ausläufer zum Epithel verlief und in vielen Fällen zwischen den Epithelzellen bis zur Cuticula vordrang. Die Lage und das Aussehen dieser Bildungen, die frappant an die sensiblen Nervenzellen gewisser anderer Mollusken und Würmer erinnerten, schienen ganz bestimmt für eine nervöse Natur zu sprechen, umsomehr da epitheliale Nervenzellen (wie sie Rawitz bei anderen *Mactra*-Arten beschrieben hat) hier nicht aufzuweisen waren, ebensowenig wie andere subepitheliale Bildungen, die als nervös aufgefasst werden konnten, obgleich von den centralen Ganglien kommende Nervenfibrillen mit ihren Telodendrien gefärbt waren. Eine nach dem Publizieren dieser Mitteilung angestellte vergleichende Untersuchung des Mantelrandes anderer Acephalen, wo es Gelegenheit gab, an demselben Objekt unzweifelhafte Sinnesnervenzellen (Sinneshaare tragende und zum Teil epitheliale) mit Bindegewebselementen verschiedener Natur zu vergleichen, führte mich jedoch zu der immer bestimmteren Auffassung, dass die bei *Mactra elliptica* beschriebenen Bildungen in Wirklichkeit Bindegewebselemente sind, deren periphere Ausläufer, wohl um eine festere Verbindung zwischen den Geweben zu erzielen, zuweilen zwischen die Epithelzellen eindringen. Bei einem wiederholten Studium des Mantelrandes der *M. elliptica* glückte es mir auch, die wirklichen, äußerst spärlich und schlecht gefärbten Sinnesnervenzellen zu finden. Auch deren Zellkörper liegt, wenigstens in der Regel, subepithelial (im Mantelrande, nicht z. B. in den Mundlappen), wenn auch sein peripherer Ausläufer nicht so lang wie der der Bindegewebszellen ist. Er ist dünner und sozusagen geschmeidiger gebogen als bei diesen, und er endet mit einer kleinen Auftreibung. Ich werde im Zusammenhang mit meinen bald zu veröffentlichenden Untersuchungen über das Mantelnervensystem der Unioniden und Cycladen diese echten Sinnesnervenzellen näher beschreiben und abbilden und da auch auf die verschiedenen Bindegewebsformen der Acephalen und deren Differenzmerkmale von den Nervenelementen eingehen.

es schon Spengel[1]) gezeigt, gangliös. Die überwiegende Mehrzahl der darin liegenden Ganglienzellen sind unipolar, bi- und multipolare Zellen finden sich aber auch darin. Letztere stehen doch in ihrem Typus den unipolaren näher als den exquisit multipolaren Zellen in den centralen Ganglien. Wenn auch die Mehrzahl der Neuronen im Nervus branchialis dem Deiters'schen Typus angehören, fehlen doch die Golgi'schen keineswegs in demselben. Zellenformen, denen die oben beschriebenen lateralen Associationscentren des Visceralganglions zusammensetzenden ähnlich, habe ich jedoch nie im Kiemennerv gesehen, und sie kommen wohl auch dort nicht vor, ausgenommen im dem Ganglion am nächsten liegenden Teile.

Der Nervus branchialis ist ein selbständiges sensomotorisches Centrum. Von demselben gehen Fibrillen aus, die in der Muskulatur der Kiemen motorische Plexus bilden, sowie auch andere, sensible, die in die Epithelzellen umspinnende Telodendrien endigen sowohl außen in den Kiemen wie in der den Kiemennerv umkleidenden Hülle.

Was schließlich die eventuelle Funktion des sog. Osphradiums betrifft, worüber ich zahlreiche noch nicht beendete Versuche angestellt habe, will ich mich hier darauf beschränken als meine Ueberzeugung auszusprechen, dass dem Osphradium von *Anodonta* keine spezifische Funktion zuzuschreiben ist. Ich werde in einer, wie ich hoffe, bald erscheinenden Mitteilung, die Gründe hierfür vorlegen und zugleich zu zeigen versuchen, dass das Osphradium der höheren Acephalen als ein rudimentäres Organ zu betrachten ist, eine Ansicht die schon von früheren Verfassern angedeutet ist. [83]

Lund (Schweden), 1. Juni 1897.

Korrelationsstudien an den Strahlzahlen einiger Flossen von *Acerina cernua* L.

Von Dr. phil. **Georg Duncker.**

(Zweites Stück und Schluss.)

In dieser Weise wurde ein großer Teil der für r berechneten Werte korrigiert und das Resultat der Korrektur dem empirischen in Klammern beigefügt. Ich untersuchte nach der dargestellten Methode zunächst bei 1900 Individuen die Korrelation zwischen den 18 nachstehenden Merkmalskombinationen (Kielflossen) und fand dabei die verzeichneten Werte für r und d:

---

1) Spengel, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken, in: Zeitschr. wiss. Zool., Bd. 35, 1881.

Komb. Merkm.	r	d	Komb. Merkm.	r	d
1. $D_1 : D_2$	— 0,379	0,0020	7. $D_2 : A_1$	— 0,026 (— 0,035	0,0626 0,1238)
2. $D_1 : D$	0,383	0,0269	8. $D_2 : A_2$	0,273	0,0259
3. $D_1 : A_1$	0,031 (0,044	0,0890 0,1537)	9. $D_2 : A$	0,262	0,0039
4. $D_1 : A_2$ [1])	— 0,097	0,1485	10. $D : A_1$	0,018 (— 0,024	1,1735 0,8819)
5. $D_1 : A$	— 0,083	0,1114	11. $D : A_2$	0,232	0,1404
6. $D_2 : D$	0,710	0,0034	12. $D : A$	0,238	0,1812

Komb. Merkm.	r	d
13. $A_1 : A_2$	— 0,056 (— 0,131	0,9104 0,0018)
14. $A_1 : A$	0,106	0,1571
15. $A_2 : A$	0,986	0,0175
16. $D_1 + A_1 : D_2 + A_2$	— 0,365	0,1054
17. $D_1 + A_1 : D + A$	0,157 (0,252	0,3272 0,0763)
18. $D_2 + A_2 : D + A$	0,859	0,0701

Bei einem morphologischen Deutungsversuch dieser Werte hat man zwischen der Größe der gefundenen Zahlen und ihrem Vorzeichen zu unterscheiden; ferner sind die anatomischen Beziehungen der kombinierten Merkmale bei demselben zu berücksichtigen.

Negativ ist die Galton'sche Funktion vor allem zwischen den Stachel- und den Weichstrahlzahlen beider Flossen (cf. die Kombinationen 1. 4. 7. 13. 16). Innerhalb einer und derselben Flosse mag dies daher rühren, dass überhaupt nur ein bestimmter Teil der Körpermetamere im Stande ist, die Summe der verschiedenartigen Flossenelemente zu produzieren, und dass durch Beanspruchung eines größeren Abschnitts derselben zu Gunsten der einen die Produktion der anderen nach dem bereits erwähnten Schema $\frac{m}{m+n} : \frac{n}{m+n}$ rechnerisch notwendig herabgesetzt werden muss. Der Umstand jedoch, dass die negative Wechselbeziehung auch zwischen den verschiedenen Abschnitten beider Flossen besteht (Komb. 4. 7), lässt diese Deutung nicht als ausreichend anerkennen; da nämlich die D_1 ausschließlich dem Bauch-, die D_2, wie die beiden Teile der A, ausschließlich dem Schwanzabschnitt der Wirbelsäule zugehören, so wäre es nach dieser Auffassung wohl leichter verständlich, wenn nicht nur D_1 und A_2 (Komb. 4), sondern auch D_1 und A_1 (3) negativ, und nicht nur D_2 und A_2 (8), sondern auch D_2 und A_1 (7) positiv mit einander abänderten. Dieser Umstand scheint also auf das Bestehen einer ihrem Wesen nach einstweilen unbekannten, nicht bloß rechnerischen {for-

1) Als Paradigma in Tab. I 1 und II 1 des Anhangs ausgeführt.

malen], sondern morphologischen, resp. physiologischen [realen][1]) Korrelation zwischen der Stachel- und der Weichstrahlbildung in den Kielflossen hinzudeuten; zur Aufklärung derselben würde es des experimentellen Züchtungsversuches bedürfen. — Mit der Annahme einer derartigen negativen Korrelation zwischen Stachel- und Weichstrahlbildung stimmt auch das Verhalten der Komb. 16 zwanglos überein.

Positiv bleibt die Galton'sche Funktion zunächst zwischen den homologen Abschnitten der beiden Flossen (Komb. 3 und 8). Die Deutung dieses Verhaltens schließt sich dem eben Gesagten an. Ferner zwischen den Strahlensummen beider Flossen (Komb. 12); auf diesen Fall gehe ich weiter unten ein.

Besonders erwähnenswert erscheint, dass die Korrelation der Strahlzahlen zwischen jedem der beiden Abschnitte einer und derselben Flosse und ihrer Strahlensumme positiv ist (Komb. 2. 6. 14. 15; dementsprechend auch 17 und 18); zwischen D_1 und A (5) deutlich negativ, zwischen A_1 und D (10) als einzigem Fall, empirisch unentschieden (positiv), korrigiert jedoch ebenfalls negativ, wenn auch mit sehr großem Fehlerwert; dagegen zwischen dem Weichteil der einen Flosse und der Strahlensumme der anderen deutlich positiv (9 und 11). — Für die wechselseitigen Beziehungen zwischen dem Stachelteil der einen Flosse und der Strahlensumme der anderen liegen folgende beiden Möglichkeiten vor: entweder ist die negative Beziehung von D_1 zu A formal, wegen der bereits erwähnten Stellung beider Organe zur Wirbelsäule, während die A_1 vielleicht überhaupt nicht, vielleicht in positiver Richtung mit der D variiert, oder es besteht eine reale negative Korrelation zwischen D_1 und A sowohl, als auch zwischen A_1 und D; für letztere Auffassung spricht der Umstand, dass der korrigierte r-Wert (10) deutlich negativ wird. Eine Erklärung für diese Beziehung habe ich nicht auffinden können; da sie, der abnormen Variabilität von A_1 halber, an dem vorliegenden Material nicht mit voller Sicherheit festzustellen ist, so wäre die vergleichende Nachuntersuchung eines Materials mit zahlreicheren und deshalb voraussichtlich deutlicher und gesetzmäßiger variierenden A-Stacheln, wie sich solches z. B. in den gegenwärtig auch in Deutschland gezüchteten *Centrarchus*-Arten ergeben würde, wünschenswert.

Die absolute Größe der gefundenen r-Werte ist recht ungleich. Dass sie bei Komb. 15 so bedeutend ist, hat seinen Grund zum Teil

1) Betrachtet man Stacheln und Weichstrahlen als verschiedenartige Etappen einer und derselben Entwicklungstendenz ursprünglich gleichartiger Gebilde, so würde man auf eine Einwirkung äußerer Bedingungen schließen können, die je nach ihrer Qualität und Intensität die Zahl der einen oder der anderen höher werden ließe; ich deute hiermit nur eine Vermutung über den Weg an, auf welchem man möglicherweise einer sachlichen Erklärung näher kommen könnte.

wohl darin, dass, wegen des starken zahlenmäßigen Ueberwiegens der Weichstrahlen, die Variation der A fast völlig durch die der A_2 bestimmt wird. Indessen braucht diese Erklärung nicht ausreichend zu sein, da sowohl Komb. 6 wie 18 ebenfalls hohe r-Werte ergeben und vor allem bei der ersteren der für Komb. 15 genannte Erklärungsgrund nicht zutrifft. Die Stachelzahl der D beträgt nämlich im Mittel 14,157, die Weichstrahlzahl nur 12,756. Wesentlicher, als der Einfluss des totalen Mittelwertes wird bei diesen Beziehungen der des Variabilitätsindex in Betracht kommen, wie schon daraus zu schließen, dass z. B. der Variabilitätsindex von D nicht, entsprechend den totalen Mittelwerten, näher dem von D_1 sondern weit näher dem von D_2 steht (cf. Tab. II 2 des Anhangs); dieser Auffassung widerspricht auch das Verhalten von A_2 und A nicht, deren Variabilitätsindices einander fast gleich sind. Mit anderen Worten: wesentliche Vorbedingung für eine hohe Korrelationsintensität zwischen zwei Merkmalen ist die größtmögliche Aehnlichkeit ihrer Variationskurven (ihre Variabilität), während die numerische Aehnlichkeit ihrer totalen Mittelwerte an sich ohne Einfluss auf jene bleibt.

Der für r gefundene Wert ist in den betreffenden Kombinationen mit D_1 (1 und 4), sowie mit A_1 (7 und 13 korrigiert) zwischen den Bestandteilen einer und derselben Flosse größer, als zwischen den homologen verschiedener, eine Erscheinung, die gemäß den hier vorkommenden geringen Fehlerwerten vermutlich als normal anzusehen und auf den Grad der morphologischen Zusammengehörigkeit der Merkmale zurückzuführen ist. Die Korrelation zwischen D und A_2 (11) erscheint etwas weniger intensiv, als die zwischen D_2 und A (9), was mit der wiederholt hervorgehobenen Beziehung der betreffenden Teile zur Wirbelsäule zusammenhängen dürfte. Die Wechselbeziehung zwischen D und A (12) ist verhältnismäßig locker; ein an allerdings nur 100 Flundern (*Pleuronectes flesus* L.) desselben Fundorts durchgeführter Vergleich derselben, zu dem mich frühere Beobachtungen an zahlreicheren Exemplaren von *Pl. flesus* und *Pl. platessa*, von verschiedenen Fundorten stammend, veranlassten, ergab die Werte

$$r = 0{,}493;\ d = 0{,}0658,$$

also bei Verringerung des Fehlers einen mehr als doppelt so hohen Wert für r. Dieses Resultat erklärt sich ungezwungen daraus, dass die D und die A bei Plattfischen einmal durchgängig aus gleichartigen (Glieder-) Strahlen bestehen und ferner einen bedeutend größeren Teil der ohnehin relativ längeren Schwanzwirbelsäule, als bei *Ac. cernua* gemeinschaftlich einnehmen, beider Variation also voraussichtlich weit mehr von gleichen Bedingungen beeinflusst wird und daher in gleichartigerer Weise verläuft, als bei unserer Species. — Gelegentlich dieses Befundes ist mir eine Notiz Petersen's (6 S. 134 unten) aufgefallen, nach welcher eine derartige Beziehung beim Steinbutt (*Rhombus maxi-*

mus Cuv.) und beim Kleist (*Rhombus laevis* Rond.) nicht bestehen soll. Diese Angabe rührt vielleicht weniger daher, dass zu wenig Individuen auf die betreffenden Eigenschaften hin untersucht wurden (Steinbutt 185, Kleist 95), als dass die Korrelation dieser Merkmale, da sie mit dem eigentlichen Gegenstand der citierten Arbeit nicht weiter zusammenhängt, in der letzteren keine besondere Beachtung erlangte.

Recht ungleich sind die bezüglichen Werte von r für die zwischen dem Stachelteil einer Flosse und ihrer Strahlensumme bestehende Korrelation in Komb. 2 und 14; die letztere bleibt jedoch in beiden Fällen bedeutend weniger intensiv, als die zwischen den Weichstrahlen und der Strahlensumme einer und derselben Flosse bestehende (6. 15). — Die Differenz der beiden r-Werte in den Komb. 3 und 8, in welchen homologe Flossenabschnitte zusammentreffen, wird in erster Linie durch die höchst ungleichen Variationsverhältnisse bei den in Betracht kommenden Paaren erklärt werden müssen.

Was endlich die gefundenen wahrscheinlichen Fehlergrößen betrifft, so darf man als genügend zuverlässig ohne weiteres die Resultate der Kombinationen 1. 2. 6. 8. 9. 15 und 18 betrachten; annähernd genau sind noch die Kombinationen 4. 5. 11. 12. 14 und 16. Die Fehlerwerte der Kombinationen 3 und 7 sind für die empirischen Resultate kleiner als 0,10; für die korrigierten liegen sie zwischen dieser Grenze und 0,25, lassen also nur eine annähernde Bestimmung der Korrelationsintensität bei den letzteren zu, die jedoch in beiden Fällen nicht sehr von den empirischen abweichen. Gleiche Korrelationsrichtung, jedoch keinen sicheren Anhalt für die Korrelationsintensität ergaben die empirischen r-Werte der Komb. 13 und 17, während ihre korrigierten zuverlässig erscheinen. Unbrauchbar in jeder Beziehung ist das empirische Resultat für Komb. 10; das korrigierte lässt wenigstens eine negative Korrelation erkennen.

Die Untersuchung über die Wechselbeziehungen der Strahlzahlen der beiden P. unter einander und zu denen der Kielflossen erstreckte sich auf 1650 Individuen; das Ergebnis für die erstere war

19. Ps : Pd[1]) $r = 0{,}700$ $d = 0{,}0026$.

Eine Formalität der Beziehung ist hier selbstverständlich ausgeschlossen; ob die bestehende hohe reale Korrelation eine direkte oder eine indirekte ist, entzieht sich einstweilen wohl einer wissenschaftlichen Entscheidung. — Bemerkenswert ist, dass bei dieser symmetrischen Species 18,1 % aller untersuchten Individuen bezüglich der Strahlzahlen in den P. unsymmetrisch waren, und zwar 9,5 % zu Gunsten der linken, 8,6 % zu Gunsten der rechten Körperseite. Diese Ungleichheit spricht sich auch in den totalen Mittelwerten der Flossen aus, während ihre Variabilitätsindizes so gut wie unberührt davon bleiben. Ein Vergleich

1) cf. Tab. I 2 und II 1 des Anhangs.

mit 225 Exemplaren von *Pleuronectes flesus* [verschiedener Fundorte][1]) ergiebt bei letzteren nur 45,3 % in dieser Hinsicht symmetrische Individuen; bei 51,6 % überwiegt die Strahlzahl auf der Augenseite, bei 3,1 % die auf der blinden. Die von diesem Material erhaltenen Werte sind $r = 0{,}640$ $d = 0{,}0419$.

Der hier vorliegende Fall stellt eine gute Illustration zu einer auch rein theoretisch verständlichen Auffassung über das Verhältnis zwischen Symmetrie und Korrelation dar, insofern nämlich die Korrelationsintensität zwischen den Strahlzahlen der P. ungefähr gleich bei symmetrischen, wie bei asymmetrischen Fischen ist. Man mag bei oberflächlicher Betrachtung vielleicht dazu neigen, beide Begriffe in gewissem Sinne für identisch, nämlich die Symmetrie als einen Spezialfall der Korrelation anzusehen. Das Irrtümliche dieses Gedankens beruht darin, dass „Symmetrie" der Ausdruck für die antimere Lagebeziehung der Merkmale einerseits, für ihre Homologie und Aehnlichkeit andrerseits ist, während mit „Korrelation" ausschließlich die der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht entsprechende, jedoch bestimmt gerichtete Art der Kombination ihrer individuellen Abänderungen bezeichnet werden sollte. Bei symmetrischer Anordnung, aber asymmetrischer Gestaltung homologer Merkmale ist zwischen ihnen eine Korrelation jeder beliebigen, der höchsten ($r = \pm 1$), wie der niedrigsten ($r = 0$) Intensität ebensowohl vorstellbar, wie zwischen homologen, streng symmetrischen, oder nicht homologen, anders als symmetrisch angeordneten Merkmalen. Beide Begriffe sind logisch völlig von einander unabhängig; möglicherweise, vielleicht sogar wahrscheinlich ist mit Symmetrie auch stets eine höhere Korrelationsintensität[2]) positiv wirkender Art verknüpft; als Thatsache bewiesen ist diese Möglichkeit jedoch einstweilen nicht, und erst zahlreiche Einzeluntersuchungen, die sich über die verschiedenen Fälle biologischer Symmetrieverhältnisse erstrecken, können diese Frage zur Klärung bringen.

1) Nach meinem Befund entsprach bei diesem Material der Verschiedenheit der Fundorte keine solche der P-Strahlzahlen, während *Ac. cernua* sich darin anders verhält. — Der Entwicklungsgrad der P, auch hinsichtlich ihrer Strahlzahlen, ist bei den Plattfischen auf der Augenseite höher, als auf der blinden; deshalb vergleiche ich hier nicht die der linken und der rechten, sondern der blinden und der augentragenden Körperseite mit einander. Unter den 225 Individuen entsprach die Augenseite bei 172 der rechten, bei 53 der linken Körperseite. — Die entsprechenden Werte für M und v sind

	Augenseite	Blindseite
M	10,538	10,018
v	0,748	0,816.

2) So fanden Weldon [10c] und Warren [9] an den gleichen symmetrischen Dimensionen des Cephalothorax bei zwei Rassen des *Carcinus maenas* (Weldon) und bei *Portunus depurator* (Warren) die r-Werte 0,76, 0,78 und 0,86, Thompson [8] für drei Paare von symmetrischen Dimensionen an *Palaemon serratus* die Werte 0,94, 0,86 und 0,76.

Die 12 gefundenen Werte für r und d zwischen den P einerseits, den Kielflossen andererseits sind folgende:

20. Ps : D_1	— 0,004	2,2080	26. Pd : D_1	— 0,005	2,2090
21. Ps : D_2	— 0,054	0,2439	27. Pd : D_2	— 0,042	0,2313
				(— 0,055	0,1310)
22. Ps : D	— 0,031	0,4903	28. Pd : D	— 0,021	0,9072
	(— 0,052	0,0139)		(— 0,052	0,0133)
23. Ps : A_1	0,041	0,7715	29. Pd : A_1	0,002	0,1944
				(0,004	0,4593)
24. Ps : A_2	— 0,006	3,6962	30. Pd : A_2	0,034	1,2299
	(0,030	0,0913)		(0,079	0,0384)
25. Ps : A	0,008	1,1760	31. Pd : A	0,048	0,5617
	(0,039	0,0622)		(0,077	0,0308)

Aus diesen Resultaten lässt sich, der niedrigen r-Werte halber, die meistens noch mit großen wahrscheinlichen Fehlern verknüpft sind, nur wenig sicheres über die zwischen Kiel- und Brustflossen bestehenden Wechselbeziehungen entnehmen. Der Umstand aber, dass zwischen Ps und Pd in manchen ihrer Beziehungen zu den Kielflossen ein gewisser Parallelismus besteht, gestattet wenigstens eine bescheidene Benutzung der erhaltenen, vor allem der korrigierten Werte. Besonders klar tritt, zumal in den letzteren, hervor, dass sowohl die Weichstrahlzahl (21. 27), wie die Strahlensumme der Rückenflosse (22. 28) zu den Strahlzahlen jeder der beiden Brustflossen in negativer Korrelation von immerhin deutlicher Intensität steht. Weniger klar ist die positive Beziehung zwischen den Strahlzahlen jeder der Brustflossen einerseits, und den Weichstrahlen (24. 30), sowie der Strahlensumme der Afterflosse (25. 31) andrerseits zu erkennen. Auffällig ist zwar die Aehnlichkeit der Größe der r-Werte sowohl bei Komb. 24 und 25, wie bei 30 und 31, die dem oben bezüglich des Einflusses Gesagten, welchen die Größe der in Betracht kommenden Variabilitätsindizes ausübt, entspricht; von einem Parallelismus der korrelativen Beziehungen seitens der Brustflossen aber ist hier zwischen den homologen Kombinationen nichts zu spüren, und die Fehlergröße ist bei allen vier korrigierten Werten so gering, dass ich den Mangel desselben nicht ohne weiteres als zufällig bezeichnen möchte.

Die übrigen vier mitgeteilten Resultate ergeben keine brauchbaren Anhaltspunkte; erwähnenswert ist davon höchstens die positive Korrelation zwischen A_1 und jeder der beiden P. — Die Kombination der Summe der P.-Strahlen mit den Summen der homologen Kielflossenstrahlen (z. B. Ps + Pd : D_1 + A_1) ergab, der abnormen [dreigipflichen][1]) Variationskurve der ersteren halber, ebenfalls keine brauchbaren Resultate und wurde deshalb in dieser Arbeit völlig übergangen.

Es geht also nur so viel mit Sicherheit aus den angeführten Berechnungen hervor, dass in vereinzelten Fällen wenigstens auch zwischen

1) Abzuleiten aus dem Kombinationsschema in Tab. I 2 des Anhangs.

paarigen und unpaaren Flossen Korrelation der Strahlzahlen besteht. Der Umstand, dass diese zwischen den Weichstrahlen der D und der Strahlzahl jeder der P negativ, dagegen zwischen letzteren und den Weichstrahlen der A positiv wird, scheint ihre Verständlichkeit einstweilen auszuschließen, da die Annahme, die Entwicklung gleichartiger Strahlen sei in allen Flossen von den gleichen (inneren oder äußeren) Bedingungen abhängig, durch diesen Befund hinfällig wird.

Sollte eine Nachuntersuchung an geeigneterem Material, als welches ich vor allem die einheimischen *Cottus*-Arten wegen der günstigeren Zahlenverhältnisse der hier in Betracht kommenden Flossenstrahlen ansehe, die von *Acerina* erhaltenen Befunde bestätigen, so müsste zwischen D_1 und Ps (Pd) wahrscheinlich keine, zwischen D_2 und D einerseits, Ps oder Pd andrerseits sicher negative, zwischen der hier stachellosen A und den Brustflossen positive Korrelation gefunden werden. Gerade die Wechselbeziehung zwischen paarigen und Kielflossen in den Strahlzahlen erachte ich auch in allgemein morphologischer Beziehung für bedeutsam genug, dass eine kontrolierende und vergleichende Nachuntersuchung dieser Verhältnisse wünschenswert erscheint.

Fasst man die wesentlicheren bisherigen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung noch einmal kurz zusammen, so sind es folgende:

1. Die Erscheinung arithmetischer Korrelation in der Zahl der Flossenstrahlen wurde beobachtet
   a) bei 1900 Individuen von *Acerina cernua* L. zwischen den beiden Kielflossen und ihren je zwei Abschnitten;
   b) bei 1650 zwischen den beiden Brustflossen;
   c) bei ebensovielen zwischen je einer Brustflosse einerseits und den Weichstrahlen sowie der Strahlensumme der Rücken- resp. der Afterflosse andrerseits.
2. In den Kielflossen besteht negative Korrelation vor allem zwischen den ungleichartigen Abschnitten derselben, positive zwischen den gleichartigen und den Strahlensummen.
3. Die Korrelation zwischen den Brustflossen ist positiv und von bedeutender Intensität; die Symmetrie dieser Merkmale jedoch ist keine strenge.
4. Die Brustflossen stehen zur Rückenflosse in negativer, zur Afterflosse in positiver Korrelation.
5. Es gelang nicht in allen Fällen, Korrelation zwischen je zwei Merkmalen nachzuweisen.

Anhangsweise seien noch einige Bemerkungen über gewisse bei korrelativen Wechselbeziehungen bestehende Verhältnisse gestattet, auf welche ich an dieser Stelle nicht mehr ausführlich eingehen möchte, die mir jedoch genügendes Interesse für eine kurze Erwähnung zu

bieten scheinen. An Stelle des von Galton in die Korrelationsberechnungen eingeführten Faktors Q haben wir die durchschnittliche Variabilität (v) bei denselben benutzt. Sofern dies Verfahren berechtigt, müssen sich diejenigen Veränderungen, welche Galton betr. Q bei den der Korrelation unterliegenden und gleichzeitig als abhängig (zugeordnet) betrachteten Merkmalen nachgewiesen hat, auch bezüglich v aufzeigen lassen. Diese Veränderungen bestehen darin, dass die durchschnittliche Größe des Variabilitätsindex der den einzelnen supponierten Varianten zugeordneten Variantenreihen des abhängigen Merkmals um so stärker abnimmt, je intensiver die zwischen beiden Merkmalen bestehende Korrelation, mithin je größer der positive oder negative Wert von r ist. Das entsprechende arithmetische Verhältnis ist, nach Galton [4b], ausdrückbar durch die Formel

$$f = Q\sqrt{1 - r^2},$$

wobei Q den Variabilitätsindex (Quartilwert) eines Merkmals ausdrückt, sofern es nicht als zugeordnet betrachtet wird, f denselben in seiner durchschnittlichen Größe, sofern dieses Merkmal einem zweiten als zugeordnet betrachtet wird und zwischen beiden eine Korrelation von der Größe r besteht. War also jene oben erwähnte Vertauschung berechtigt, so muss auch

$$v^1 = v\sqrt{1 - r^2}$$ sein.

Die betreffenden Werte von v^1 sind für alle diejenigen Fälle berechnet worden, in welchen r eine genügende Größe besaß, um einen bemerkbaren Einfluss in dieser Formel auszuüben, also wo $r > \pm 0{,}3$. Kombinationen mit solchen r-Werten fanden sich sieben; somit ergeben sich 14 Beispiele zur Prüfung obiger Annahme. Die Berechnungen, in diesem Falle der Kürze halber (auch für r) nur für $v = \frac{\Sigma(x)}{n}$ ausgeführt, ergaben folgende Resultate:

Kombination	r	$\sqrt{1 - r^2}$	v^1 berechn.	v^1 gefund.	v	Zugeordn. Merkmal
1. $D_1 : D_2$	— 0,383	0,925	0,41 0,58	0,41 0,56	0,442 0,624	D_1 D_2
2. $D_1 : D$	0,382	0,925	0,41 0,54	0,43 0,56	0,442 0,569	D_1 D
6. $D_2 : D$	0,713	0,704	0,44 0,40	0,43 0,42	0,624 0,569	D_2 D
15. $A_2 : A$	0,986	0,141	0,06 0,07	0,05 0,05	0,441 0,449	A_2 A
16. $D_1 + A_1 : D_2 + A_2$	— 0,367	0929	0,43 0,81	0,43 0,80	0,465 0,873	$D_1 + A_1$ $D_2 + A_2$
18. $D_2 + A_2 : D + A$	0,857	0,510	0,45 0,41	0,45 0,43	0,873 0,812	$D_2 + A_2$ $D + A$
19. Ps : Pd	0,700	0,714	0,29 0,29	0,21 0,25	0,408 0,409	Ps Pd

Die Uebereinstimmung der empirisch gefundenen mit den durch Berechnung ermittelten Werten für v^1 dürfte für die Berechtigung unserer, zwecks Erleichterung der Bestimmung von r vorgenommenen Abänderung des Galton'schen Verfahrens sprechen.

Ebenso, wie die durchschnittliche Variabilität des zugeordneten Merkmals überhaupt, kann man die seiner einzelnen, jeder supponierten Variante zugeordneten ‚Variantenreihen ermitteln. Ohne auf die Resultate dieser Berechnungen näher eingehen zu wollen, sei an dieser Stelle nur so viel erwähnt, dass die Variabilität der einzelnen zugeordneten Variantenreihen um so geringer wird, je weniger die supponierte Variante von dem totalen Mittelwert des supponierten Merkmals abweicht. In diesem Umstande dürfte es auch begründet sein, dass die Kombination der dem totalen Mittelwert der einzelnen Merkmale nächststehenden („mittleren") Varianten nicht, wie J. B. Stead [7 p. 296] in einer Kritik meiner Dissertation [2] anzunehmen scheint, wenig Wahrscheinlichkeit für empirisches Vorkommen besitzen, sondern im Gegenteil ihre schon durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung, bei normaler Variation wenigstens, bedingte maximale Häufigkeit für gewöhnlich um ein beträchtliches überschreiten.

So fand ich unter den früher erwähnten zweigliedrigen Merkmalskombinationen nur eine (8. $D_2 : A_2$), bei welcher die empirische Frequenz der mittleren Variantenkombination hinter der wahrscheinlichen ein wenig zurückblieb (612 statt 620); bei den übrigen war die empirische Frequenz stets die größere, z. B. fand sich die mittlere Variantenkombination der beiden P. bei 1650 Individuen 989 statt 770 Mal. — In Bezug auf die Kielflossenabschnitte ergab die Untersuchung von 1900 Individuen 83 verschiedenartige individuelle Variantenkombinationen zu vier Gliedern; von diesen kam eine (XIV + 13. — II + 7) 449 Mal, also in 23,6% aller Fälle, vor, während ihre wahrscheinliche Frequenz nur 395 (= 20,8%) betrug; diese Kombination erhält man auch durch Abrundung der betreffenden Mittelwerte auf ganze Zahlen (cf. Tab. II 2 des Anhangs). Häufiger, als in 10%, kamen überhaupt nur noch zwei Kombinationen vor: (XIV + 12. — II + 7) 204 Mal, (XIV + 13. — II + 8) 192 Mal; unter 5% blieben 79 von den restierenden 80. — Durch Hinzuziehung der Strahlzahlen der Brustflossen ergaben sich bei 1650 Individuen 240 sechsgliedrige Kombinationen; von diesen kam die häufigste (XIV + 13. — II + 7. — 14 : 14) 240 Mal, d. h. in 14,5% aller Fälle vor, statt nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung 158 Mal (= 9,6%); über 5, jedoch unter 10% relative Häufigkeit besaßen nur noch drei Kombinationen; unter 1% blieben 219! Die Kombination der mittleren Varianten erweist sich also in diesen Beispielen als die bei weitem häufigste, wobei sie ihre durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung bedingte Frequenz noch überschreitet. Ein genaueres Eingehen auf diese Verhältnisse muss ich mir jedoch für spätere Gelegenheiten vorbehalten.

Verzeichnis der angeführten Litteratur.

[1] G. A. Boulenger, Catalogue of the Fishes in the British Museum. 2 Ed. London 1895. p. 110.

[2] G. Duncker, Variation und Verwandtschaft von *Pleuronectes flesus* L. und *Pl. platessa* L. In: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausg. v. d. Komm. z. wiss. Unters. d. dtsch. Meere zu Kiel u. d. Biolog. Anstalt auf Helgoland, N. F., 1. Bd., 2. H., S. 47—103, 1895.

[3] C. Eigenmann, *Leuciscus balteatus* Rich., a Study in Variation. In: American Naturalist, 1895, January, p. 10—25.

[4a] Frc. Galton, Family Likeness in Stature. In: Proceed. Roy. Soc. London, Vol. 40, 1886, p. 42—63.

[4b] Derselbe, Corelations and their Measurement. Ibid. Vol. 45, 1888, p. 135—145.

[5] Fr. Heincke, Die Varietäten des Herings. In: Mitteilungen d. Komm. z. wiss. Unters. d. dtsch. Meere. I.: Jahrg. IV—VI, 1878, S. 37—132; II.: Jahrg. VII—XI, 1882, S. 1—86.

[6] G. C. J. Petersen, On some zoological Characters applicable by the Determination of young (post-larval) Flatfishes. In: Report of the Danish Biological Station, IV, 1893.

[Fortsetzung S. 826].

Anhangstabelle I.

1. Kombination 4 des Textes, $D_1 : A_2 \,.\, r = -0{,}097$.

D_1 supponiert

$\frac{s}{v_s}$ (cf. Fig. ⊙)												
					−1,95		−0,26	1,40	3,05			
				12,979								
$\frac{s}{v_s}$ (cf. Fig. +)		V_s	11	12	13	14	15	16	Summe	m_s	$\frac{z}{v_s}$ (cf. Fig. +)	m_s berechn.
−2,68	5,939	3				1			1	14,000		
		4				1			1	14,000		
		5			1	8	2		11	14,091	0,05	14,272
		6			28	129	68	2	227	14,194		
−0,26		7	1	2	104	784	295	17	1203	14,181	0,04	14,168
2,07	8,028	8			52	304	87	1	444	14,083	−0,13	14,068
		9			4	7	2		13	13,846		
		Summe	1	2	189	1234	454	20	1900	14,157	= M	v = 0,604
		m_s	7,000	7,000	7,159	7,136	7,042	6,950	7,113			
				7,156								
		m_s berechn.	7,227	0,07		0,04	−0,11	−0,26	0,636 = v	M =		
		$\frac{z}{v_s}$ (cf. Fig. ⊙)										

A_2 supponiert

D_1 zugeordnet

A_2 zugeordnet

[7] J. B. Stead, Variation and Relationship of the Flounder and the Plaice. In: Journal of the Mar. Biol. Association, Vol. 3, Nr. 4, 1896, p. 293—299.

[8] H. Thompson, On Correlation of certain external Parts of *Palaemon serratus*. In: Proc. Roy. Soc. London, Vol. 55, 1894, p. 221—243.

[9] E. Warren, Variation in *Portunus depurator*. In: Proc. Roy. Soc. London, Vol. 60, 1896, p. 221—243.

[10a] W. F. R. Weldon, The Variations occurring in certain Decapod Crustacea. I.: *Crangon vulgaris*. In: Proc. Roy. Soc. London, Vol. 47, 1890, p. 445—453.

[10b] Derselbe, Certain correlated Variations in *Crangon vulgaris*. Ibid. Vol. 51, 1892, p. 2—21.

[10c] Derselbe, On certain correlated Variations in *Carcinus maenas*. Ibid. Vol. 54, 1893, p. 318—329.

2. Kombination 19 des Textes, Ps : Pd . $r = 0{,}700$.

Ps supponiert

Pd supponiert: $\frac{s}{v_s}$ (cf. Fig. ⊙)	m_s	V_s	12	13	14	15	16	Summe	m_s	$\frac{z}{v_z}$ (cf. Fig. +)	m_s berechn.
				12,966			15,007				
				— 1,55		0,26	2,02				
— 1,56	12,955	11		2				2	13,000	— 1,08	13,233
		12	3	7	2	1		13	13,077		
		13	8	263	93	2		366	13,243		
0,28		14	2	93	989	49		1133	13,958	0,18	13,963
2,05	15,007	15			38	96	1	135	14,726	1,51	14,667
		16		1				1	13,000		
Summe			13	366	1122	148	1	1650	13,853 = M	v = 0,571	
m_s			12,932	13,232	13,947	14,622	15,000	13,842			
			13,222			14,624					
m_s berechn. $\frac{z}{v_z}$ (cf. Fig. ⊙)			13,220 — 1,09		13,945 0,18	14,651 1,37		0,569 = v	M =		

Pd zugeordnet

Ps zugeordnet

Bemerkungen: Kamen Varianten seltener als in 1% sämtlicher Fälle vor, so sind sie zu der nächsten, welche mindestens diese Frequenz besaß, hinzugezogen und von ihnen das arithmetische Mittel berechnet worden. Ebenso wurde mit ihren zugeordneten Mittelwerten (m_s') verfahren. Die Berechnung der zugeordneten Mittelwerte aus s, M_s, v_s, v_s und r (Buchstabenerklärung s. im Text) geschieht nach der Formel

$$m_s = M_s + \frac{r}{v_s} \cdot \frac{s}{v_s}.$$

Anhangstabelle II.

1. Berechnung von r für

Kombinat. 4.

a) $(m_s - M_s) : (V_s - M_s) = \frac{z}{s}$.

$A_2 = z$	$D_2 = s$	$\frac{z}{s}$	$D_1 = z$	$A_2 = s$	$\frac{z}{s}$
0,043 :	— 1,178 =	— 0,037	0,030 :	— 1,180 =	— 0,025
0,023 :	— 0,157 =	— 0,146	0,024 :	— 0,113 =	— 0,212
— 0,071 :	0,843 =	0,084	— 0,080 :	0,915 =	— 0,687
— 0,163 :	1,843 =	0,088			
	$\Sigma\left(\frac{z}{s}\right) =$	— 0,355		$\Sigma\left(\frac{z}{s}\right) =$	— 0,324

Kombinat. 19.

Pd = z	Ps = s	$\frac{z}{s}$	Ps = z	Pd = s	$\frac{z}{s}$
— 0,620 :	— 0,887 =	0,699	— 0,617 :	— 0,887 =	0,606
0,105 :	0,147 =	0,714	0,105 :	0,158 =	0,665
0,782 :	1,154 =	0,678	0,860 :	1,165 =	0,738
	$\Sigma\left(\frac{z}{s}\right) =$	2,101		$\Sigma\left(\frac{z}{s}\right) =$	2,099

Komb. 4. Komb. 19.

b) $\underset{p}{\Sigma\left(\frac{z_{II}}{s_I}\right) \cdot \frac{v_I}{v_{II}}} + \underset{q}{\Sigma\left(\frac{z_I}{s_{II}}\right) \cdot \frac{v_{II}}{v_I}} = r$

— 0,355 . 0,950 = — 0,337250	2,101 . 1,004 = 2,109406
— 0,324 . 1,053 = — 0,341172	2,099 . 0,996 = 2,090604
— 0,678422 : 7 = — 0,097 = r	4,200010 : 6 = 0,700 = r

c) $\underset{p}{\Sigma\left(\frac{z_{II}}{s_I}\right) \cdot \frac{v_I}{v_{II}}} = p_1$ $\qquad$ $\underset{q}{\Sigma\left(\frac{z_I}{s_{II}}\right) \cdot \frac{v_{II}}{v_I}} = r_2$

— 0,337250 : 4 = — 0,084312 = r_1	2,109406 : 3 = 0,703135 = r_1
— 0,341172 : 3 = — 0,113724 = r_2	2,090604 : 3 = 0,696868 = r_2

d) $d = \frac{r_2 - r_1}{r_1 + r_2}$ $\qquad$ $d = \frac{r_1 - r_2}{r_1 + r_2}$

0,1485 $\qquad$ 0,0026

2. Verzeichnis der M- und v-Werte sämtlicher Merkmale.

Merkmal	1900 Individ. M	1900 Individ. v $\frac{\Sigma(x)}{n}$	1900 Individ. v $\sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{n}}$	1650 Individ. M	1650 Individ. v $\frac{\Sigma(x)}{n}$	1650 Individ. v $\sqrt{\frac{\Sigma(x^2)}{n}}$
D_1	14,157	0,442	0,604	14,156	0,443	0,607
D_2	12,756	0,624	0,799	12,747	0,630	0,799
D	26,913	0,569	0,806	26,903	0,577	0,810
A_1	2,018	0,037	0,138	2,019	0,038	0,138
A_2	7,113	0,441	0,636	7,107	0,434	0,634
A	9,131	0,449	0,633	9,127	0,443	0,629
Ps				13,853	0,408	0,571
Pd				13,842	0,409	0,569
$D_1 + A_1$	16,175	0,465	0,624			
$D_2 + A_2$	19,868	0,873	1,153			
D + A	36,044	0,812	1,136.			

Nachtrag.

Den Resultaten meines obigen Aufsatzes kann ich, dank der Freundlichkeit des Herrn Fischermeisters Koch auf Reichenau im Bodensee, welcher mir auf meine Bitte das nötige Material bereitwilligst verschaffte, betreffs *Cottus gobio* L. einiges hinzufügen.

Bei dieser Art sind, im Gegensatz zur früher untersuchten, die stachelige und die weiche Rückenflosse von einander durch einen mehr oder weniger weiten Zwischenraum getrennt, ein Stachelteil der Afterflosse fehlt völlig, und es ergab sich, vielleicht im Zusammenhang hiermit, eine positive Korrelation zwischen allen drei untersuchten Kielflossen (D_1, D_2 und A). Soweit überhaupt nachweisbar, waren auch die korrelativen Beziehungen der beiden Brustflossen zu den Kielflossen positiv. Hat somit das Vorzeichen der bei *C. gobio* gefundenen r-Werte gegenüber denen von *A. cernua* mehrfach eine Aenderung erfahren, so fällt andrerseits die Aehnlichkeit der absoluten Zahlenwerte bei mehreren Beziehungen zwischen bestimmten Flossen von *Cottus*, wie von *Acerina* auf, ein Befund, den ich dem von Warren[1]), Aehnlichkeit der Korrelation homologer Dimensionen bei verschiedenen *Brachyuren*, zur Seite stellen möchte.

Während alle sonstigen Berechnungen, Abkürzungen, Bezeichnungen etc. in meinem früheren Aufsatz klar gelegt sind, habe ich mir in den vorliegenden Zeilen eine Vereinfachung der Berechnung von r gestattet. Da nämlich

$$\frac{1}{p} \Sigma\left(\frac{z_{II}}{s_I}\right) \cdot \frac{v_I}{v_{II}} = \frac{1}{q} \Sigma\left(\frac{z_I}{s_{II}}\right) \cdot \frac{v_{II}}{v_I} = r,$$

1) Variation in *Portunus depurator*. In: Proc. Roy. Soc., London, Vol. 60, No. 362, p. 233.

so ist

$$\frac{\Sigma\left(\frac{z_{II}}{s_I}\right) \cdot \Sigma\left(\frac{z_I}{s_{II}}\right)}{p \cdot q} = r^2,$$

r also gleich der Wurzel des letzteren Ausdrucks[1]). Bei dieser Rechnungsart lässt sich die relative Größe des wahrscheinlichen Fehlers (d) nicht bestimmen; wie aber ein Vergleich der so gewonnenen nachstehenden r-Werte von *Acerina* mit den auf die früher geschilderten Methoden ermittelten (S. 790 u. 794) zeigt, erleiden die ersteren keine Einbuße an Genauigkeit. Auch die doppelte Berechnung der r-Werte für *Cottus* bestätigte dies.

Das Untersuchungsmaterial der letzteren Art besteht aus 354 Individuen (231 ♂, 123 ♀), ist also etwas klein. Ich stelle den bei *Cottus gobio* erhaltenen Resultaten für r die entsprechenden von *Acerina cernua* zum Vergleich gegenüber, wobei die korrigierten r-Werte durch Cursivdruck gekennzeichnet sind.

Merkmalskomb.		*Acerina*	*Cottus*
1	$D_1 : D_2$	— 0,380	*0,110*
2	$D_1 : D$	0,382	0,808
3	$D_1 : A_2$	— 0,098	*0,127*
	$D_1 : A$	— 0,084	
4	$D_2 : D$	0,710	0,803
5	$D_2 : A_2$	0,273	0,266
	$D_2 : A$	0,264	
6	$D : A_2$	0,222	0,300
	$D : A$	0,226	
7	$Ps : Pd$	0,700	0,720
8	$Ps : D_1$	?	*0,134*
9	$Ps : D_2$	— 0,050	0,096
10	$Ps : D$	— *0,052*	*0,163*
11	$Pd : D_1$	?	*0,073*
12	$Pd : D_2$	— *0,056*	0,070
13	$Pd : D$	— *0,052*	*0,111*

Aehnlich verhalten sich bei beiden Arten die Werte der Kombinationen 4—7, also mit Ausnahme von Komb. 2 aller derjenigen, welche bei beiden Arten die gleiche Korrelationsrichtung aufweisen. Verschiedenheit ihrer Vorzeichen (der Korrelationsrichtung) findet sich in Kombination 1. 3. 9. 10. 12. 13. Eine intensivere Korrelation, als bei *Acerina cernua*, weisen bei *Cottus gobio*, vermutlich in Folge der positiven von Komb. 1 und 3, die Kombinationen 2, 3, 4, 6, 8—13 auf, während die zwischen der stachligen und der weichen Rückenflosse (Komb. 1) bestehende schwächer bei der Gruppe mit geteilter, als bei dem Kaulbarsch mit ungeteilter Dorsalen ist. In den Beziehungen der beiden Brustflossen zu den Strahlzahlen der gesamten Rückenflosse sowohl, wie ihrer Einzelabschnitte ist bei *C. gobio* die durchgängig höhere Korrelations-Intensität der Ps gegenüber der der Pd zu erwähnen.

1) r ist hier demnach das geometrische Mittel zwischen r_1 und r_2, statt nach der früheren Ableitung das arithmetische. Da jedoch r_1 und r_2 annähernd gleich sind, ändert dieser Umstand in den ersten Stellen von r so gut wie nichts. Die Differenz zwischen dem arithmetischen (α) und dem geometrischen Mittel (γ) ist $\alpha - \gamma = \alpha\,(1 - \sqrt{1 - d^2})$.

Der Gesamtbefund erweckt den Eindruck, als ob in Folge der Lücke zwischen D_1 und D_2 bei der Gruppe der Variabilität jeder einzelnen dieser Flossen ein größerer Spielraum gelassen und damit ein Hindernis beseitigt sei, welches einer individuellen Tendenz, überhaupt Flossenstrahlen, gleichgiltig in welcher Flosse, zu entwickeln, bei *Acerina cernua* entgegensteht und hier mehrfach zu negativer (direkter?) Korrelation von Strahlzahlen führt, wo die eben angenommene Tendenz positive (indirekte?) erfordern würde.

Die P. beider Arten bieten auch hinsichtlich ihrer Symmetrieverhältnisse gewisse Beziehungen. Gleiche Strahlzahlen in beiden Flossen wiesen bei *Cottus gobio* 82,5, bei *Acerina cernua* 81,9 % der Individuen auf. Die Strahlzahl überwog in der linken Brustflosse bei *Cottus* in 5,6, bei *Acerina* in 9,5 %, in der rechten bei *Cottus* in 11,9, bei *Acerina* in 8,6 %, so dass der bei *Acerina* konstatierten schwächeren Asymmetrie zu Gunsten der linken Körperseite bei *Cottus* eine stärker entwickelte zu Gunsten der rechten entspricht, die sich auch in den totalen Mittelwerten der betreffenden Flossen ausdrückt (links 13,52, rechts 13,58). Die Variabilitätsindices bleiben auch hier wiederum davon unberührt.

Vielleicht bedeutet es nicht bloß einen Zufall, wenn die Variabilitätsindices der homologen Flossen bei beiden, systematisch so wenig verwandten Arten zu einander in einem unleugbar ähnlichen Verhältnis stehen:

Merkmal	*Acerina*	*Cottus*
D_1	0,604	0,719
D_2	0,799	0,877
D	0,806	1,199
A_2	0,636	0,773
A	0,633	
Ps	0,571	0,568
Pd	0,569	0,573

Bei beiden Arten bleibt der Variabilitätsindex

$$v = \sqrt{\frac{\Sigma (x^2)}{n}},$$

auf dessen Bedeutung ich bei anderer Gelegenheit eingehen werde [1]), am kleinsten für die beiden P, nächst diesen für die D_1 und wird unter den Einzelflossen am größten für die D_2. Bezüglich der Flossenstrahlzahlen überhaupt muss man, obigen Werten entsprechend, *Cottus gobio* als die variablere Form anerkennen.

1) Hier nur so viel darüber, dass $v\sqrt{2}$ der reziproke Wert des von O. Ammon (Der Abänderungsspielraum, Sep. a. Naturw. Wochenschr., 1896, Nr. 12—14, S. 5) in seiner Besprechung der Gauss'schen Wahrscheinlichkeitsformel mit h bezeichnete Exponent (Präzisionskoeffizient) ist, so dass $h = \frac{1}{v\sqrt{2}}$.

Zusätze bei der Korrektur.

1. Wie ich nachträglich ersehe, unterscheidet auch Haacke[1]) zwischen den von mir getrennten Fällen realer direkter und realer indirekter Korrelation und belegt sie mit den wohl passenderen Bezeichnungen „Korrelation", beziehungsweise „Symplasie".

2. Neuerdings giebt Pearson[2]) eine von der Galton'schen abweichende Formel zur Berechnung von r

$$r = \frac{\Sigma (x\ y)}{n\ v_1\ v_2},$$

wobei x, resp. y die einzelnen Abweichungen der kombinierten Merkmale von ihren totalen Mittelwerten, n die Summe der Individuen bedeutet. Diese Formel wendet auch Warren (l. c.) bei seinen Berechnungen an. Da mir aber die morphologische Bedeutung derselben im Gegensatz zur Galton'schen unverständlich geblieben ist, verzichtete ich einstweilen auf ihre Benutzung zu Gunsten der letzteren.

Druckfehler-Berichtigung zu S. 792, Zeile 14 v. o. (erste Gleichung)

statt $r = \frac{\Sigma (v)}{n}$ lies $v = \frac{\Sigma (x)}{n}$

[68]

Zoologische Lehrbücher.

1. Hertwig, Richard, Lehrbuch der Zoologie. Vierte umgearbeitete Auflage, 8°, 12 Seiten Titel und Inhalt, 612 Seiten Text. 568 Abbildungen im Text. Jena. Gustav Fischer. 1897.
2. Selenka, Emil, Zoologisches Taschenbuch für Studierende. Zum Gebrauch während der Vorlesungen und praktischen Uebungen zusammengestellt. I. Wirbellose, 8°, 100 Stn. — II. Wirbeltiere, 114 Stn., 800 Abbildungen, 4. Auflage, Leipzig, Arthur Georgi, 1897.
3. Blanchard, R., Traité de Zoologie. — 8°. Paris. Rueff et Cie. Fascicule XI. Nêmertinès par M. Louis Joubin. 57 Stn. 53 Figuren. — Fascicule XVI. Mollusques par M. Paul Pelseneer. 187 Stn. 157 Figuren.
4. Heck, Matschie, v. Martens, Dürigen, Slaby und Kirchhoff. Das Tierreich, 2 Bände, 8, 832 und 1390 Stn. Zahlreiche Abbildungen. Neudamm, J. Neumann, 1897.

Der Zufall hat diese Lehrbücher innerhalb kurzer Zeit auf dem Redaktionstisch zusammengeführt. So ungleich sie auch unter einander sind, mögen sie deshalb dennoch in dieser Anzeige zusammengefasst werden.

1. Hertwig's Lehrbuch ist bekannt genug, um in der neuen Auflage nur einer kurzen Erwähnung zu bedürfen. Von seiner Beliebtheit zeugt die Thatsache, dass in 6 Jahren die vierte Auflage erschienen ist. Gegenüber der dritten ist die Abteilung der Sporozoen, wegen ihrer Bedeutung für die Fischzucht und für die Krankheiten der Menschen, erweitert worden und auch sonst sind alle Teile einer genauen Durchsicht mit Rücksicht auf neuere Forschungen unterworfen worden, was namentlich bei den Wirbeltieren bemerklich wird.

1) W. Haacke, Grundriss der Entwicklungsmechanik. Leipzig 1897. S. 197 ff.

2) K. Pearson, Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. III: Regression, Heredity and Panmixia. In: Phil. Transact. Roy. Soc. London, Vol. 187 A, 1896, p. 265.

Dass H. weniger die Beschreibung der Einzelformen, als die vergleichend anatomische Darlegung der typischen Merkmale ganzer Reihen anstrebt, ist bekannt. Dass ihm dies im großen und ganzen trefflich gelungen und dass sein Buch zur Einführung in das wissenschaftliche Studium der Zoologie vortrefflich geeignet ist, soll hier wiederholt hervorgehoben werden. Für fernere Auflagen aber wollen wir den Wunsch nicht unterdrücken, dass im Text eine genauere Beziehung auf die Figuren angestrebt werden möge; wie es jetzt vorliegt, wird es dem Anfänger an manchen Stellen schwer werden, sich sicher zurechtzufinden. Auch wäre es nützlich bei den Figuren anzugeben, in welchem Maßstab sie gezeichnet sind. — Von Druckfehlern die stehen geblieben sind, hebe ich besonders „Phtirius inquinalis" hervor, welcher durchweg so, sowohl im Text wie in der Figurenerklärung, gedruckt ist.

2. Selenka's Taschenbuch, welches keinen selbständigen Lehrzweck in Anspruch nimmt, sondern als Hilfsmittel bei Vorlesungen und praktischen Uebungen dienen soll, hat dementsprechend einen kurzen Text, der nur das Gerippe giebt, und legt den Hauptwert auf die Abbildungen. So einfach dieselben sind, so verdienen sie doch uneingeschränktes Lob; die Zinkübertragung der Federzeichnungen durch die bekannte Firma Meisenbach, Riffarth & Co. ist geradezu vollkommen zu nennen. Gewiss wird das anspruchslose, aber nützliche Büchlein sich auch in seiner jetzigen Form bei Lehrern und Schülern neue Freunde erwerben.

3. Von Herrn Blanchard's Lehrbuch liegen vorerst nur die zwei in der Ueberschrift angeführten Hefte vor. Der Herausgeber hatte die Absicht, ein Werk zu schaffen, in welchem die einzelnen Zweige der Zoologie von Autoren unzweifelhafter Kompetenz bearbeitet sind.

Wir werden auf das Werk zurückkommen, wenn es weiter gefördert sein wird, und begnügen uns für jetzt die gewonnenen Mitarbeiter aufzuzählen. Es sind die Herren: Bedot (Genf), Cuénot (Nancy), Hallez (Lille), Jammes (Toulose), Jaquet (Bukarest), Joubin (Rennes), Julin (Lüttich), Koehler (Lyon), Kunstler (Bordeaux), Moniez (Lille), Nasonow (Warschau), Oustalet (Paris), Pelseneer (Gent), Prenant (Nancy), Railliet (Alfort), J. Richard (Paris), Roule (Toulouse), St. Rémy (Nancy), E. Simon (Paris), Studer (Bern), Topsent (Rennes), Troussart (Paris), J. N. Wagner (St Petersburg), Max Weber (Amsterdam) und Zelinka (Graz).

Als unter der Presse befindlich wird angezeigt: Fascicule VII. Echinodermes par M. L. Cuénot.

Die erschienenen Hefte machen einen guten Eindruck; der Druck ist vortrefflich, die zum Teil mehrfarbig gedruckten Figuren sind gut, wenn sie auch die Vollendung nicht erreichen, welchen neuere Werke ähnlicher Art aus deutschen Verlagsanstalten aufweisen.

4. Das letzte der oben aufgezählten Werke gehört in die Klasse der populären Litteratur; es bildet den 6. Teil eines umfassenden Unternehmens, welches unter dem Titel „Hausschatz des Wissens" erscheint. Es ist erfreulich, dass sich Fachmänner von anerkannter Tüchtigkeit an der Popularisierung der Wissenschaft beteiligen. Beeinträchtigt wird der Wert des Werkes freilich durch die mangelhafte Ausstattung, welche im Textdruck und den Abbildungen an die buchhändlerischen Erzeugnisse früherer Jahrzehnte erinnert. P. [94]

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark. Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. 1. Dezember 1897. **Nr. 23.**

Inhalt: **Schlater**, Zur Biologie der Bakterien. — **Fürbringer**, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane (21. Stück). — **Zacharias** (London), Die Phylogenie der Kopfschilder bei den Boiden. — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften**: Des Deutschen naturw.-mediz. Vereins für Böhmen „Lotos", 1896, Nr. 8: R. v. Wettstein, Ueber ein fossiles Vorkommen von *Trapa natans* in Böhmen.

Zur Biologie der Bakterien[1]).

Was sind die Bakterien?

Von Dr. **Gustav Schlater.**

Meine Herren!

Leicht möglich, dass das Thema meines heutigen Vortrags Ihnen sehr einfach und wenig versprechend erscheinen wird. Was sind die Bakterien? Diese Frage ist ja, wie es scheint, längst gelöst. Allen ist es ja bekannt, dass die Bakterien niedrigste einzellige pflanzliche Organismen darstellen; das sagt uns ein jedes der neuesten Werke über Bakteriologie, und die meisten Werke über Botanik weisen ihnen natürlich eine noch bestimmtere Stellung im System an, indem die Bakterien als den niedrigsten Algen, den Cyanophyceen, nahverwandte Formen angesehen werden, welch letztere zusammen mit den Bakterien eine Gruppe der Klasse der Algen darstellen, die Gruppe der *Schyzophyta*. Folglich ist die Bakterie eine Zelle. Dies ist die allgemeinverbreitete Anschauung der heutigen Wissenschaft, und deshalb ist es nicht zu verwundern, dass diese Anschauungsweise so fest Wurzel gefasst hat in den Forscherköpfen der letzten Jahre, und deshalb dürfen wir auch nicht die Aerzte dessen beschuldigen, da sie sich niemals die Frage vorlegen: aber was sind eigentlich die Bakterien?

1) Vortrag, gehalten in der Versammlung des Marine-Aerzte-Vereins zu Kronstadt (in Russland), am 21. April 1897. Erweitert und mit einer Reihe von Anmerkungen versehen wird dieser Vortrag in russischer Sprache in Form eines Büchleins erscheinen.

Es liegt ja außer Zweifel, dass es einzellige Organismen sind, dass es Zellen sind. Deshalb ist die Verwunderung der geehrten Versammlung über das von mir gewählte Thema vollkommen gerechtfertigt. . . . Allein, ich muss Sie, meine Herren, enttäuschen und offen aussprechen, dass die gegenwärtige, von Allen angenommene Anschauung über das Wesen der Bakterien vollkommen umgearbeitet und umgestaltet werden muss: Die Bakterie ist keine freilebende Zelle, sondern stellt einen Organismus dar, welcher, was seine phylogenetische Entwicklung und seinen Bau anbelangt, viel niedriger steht als die Zelle, und nur die entwickeltesten und größten Formen der Bakterien nähern sich phylogenetisch der Zelle. Diese Behauptung findet ihre genügend feste Stütze in einer großen Zahl direkter und indirekter Litteraturangaben der letzten Jahre, und ich hoffe, dass es mir gelingen wird in meinen folgenden Auseinandersetzungen einige gewichtige Beweise anzuführen, welche klar den Irrtum der heutigen Wissenschaft darthuen und zeigen, wie fest und despotisch die Macht einer voreingenommenen Meinung sein kann. Deshalb ist die Frage über das Wesen der Bakterien keine müssige, sondern von großer Bedeutung und Tragweite im Interesse der weiteren Entwicklung unserer wissenschaftlichen Anschauungen. Und gerade jetzt muss diese Frage die Aufmerksamkeit der Wissenschaft auf sich lenken. Natürlich, die hier berührte Frage ist eine rein theoretische, welche keine unmittelbare Anwendung am Krankenbette findet und deshalb ihrem Wesen nach den praktischen Arzt weniger interessieren wird. Allein, meine Herren, ich bin überzeugt, dass die größte Zahl der gegenwärtigen Aerzte vom Glauben an die reine Wissenschaft durchdrungen ist, ohne welche auch eine nutzbringende Entwicklung der Heilkunst undenkbar ist; ich bin fest davon überzeugt, dass wir Alle es vollkommen begreifen, welchen kostbaren Nutzen die Heilkunst aus der Bearbeitung rein theoretischer Fragen gezogen hat. Denken wir, z. B. nur an Louis Pasteur. Und vollkommen recht hat S. M. Lukjanof, indem er sagt[1]): „Das ganze Leben stellt sich uns von zwei Seiten dar. — Im Zustande der Gesundheit und im Zustande der Krankheit. Nur, indem wir die normalen und die pathologischen Erscheinungen zusammenstellen, können wir eine Biologie schaffen, welche wirklich dieser Bezeichnung wert wäre. In diesem Sinne ist ein jeder Arzt, welcher keine genügende Aufmerksamkeit den theoretischen Grundlagen seiner Thätigkeit schenkt, geradezu ein Verräter, welcher seinen Beruf erniedrigt". Diese Worte unseres bekannten Gelehrten entschuldigen, wie mir scheint, zur Genüge das von mir gewählte Thema meines heutigen Vortrages. Bevor ich jedoch näher an diese Frage herantrete, und damit meine weiteren

1) S. M. Lukjanof, Fünf einleitende Vorlesungen in die Kurse der allgemeinen Pathologie. Warschau 1895. S. 25. (Russisch).

Auseinandersetzungen vollkommen verständlich werden, muss ich, wenn auch nur in wenigen Worten, die geehrte Versammlung mit der gegenwärtigen Lehre von der Zelle bekannt machen.

Schon längst, schon Ende des vorigen und am Anfang unseres Jahrhunderts ahnten die Forscher der lebendigen Natur, dass das Tier oder die Pflanze außer seinen Organen und Geweben, noch weiter geteilt werden müsse, in noch einfachere Einheiten, oder Elemente. So sprachen die Botaniker schon Ende des vorigen Jahrhunderts von gewissen Röhren, aus denen die Pflanze aufgebaut sein sollte; und von den Zoologen war De Lamarque einer der ersten, welcher in seinem im Jahre 1809 veröffentlichtem klassischen Werke: „La phylosophie zoologique" von gewissen Bläschen sprach, aus denen die tierischen Gewebe aufgebaut sein sollten. Allein diese ersten Angaben waren noch sehr ungenau; sie dienten noch nicht als Grundlage theoretischer Folgerungen, und man führte noch keine Analogie durch zwischen diesen Einheiten und den niedrigsten Lebewesen. Und nur von dem Momente an, wo der Botaniker Schleiden und der Physiologe Schwann in den Jahren 1838 u. 1839 mit ihrer Lehre von der Zelle, als der Haupteinheit lebendiger Substanz, hervortraten, aus deren Summe und verschiedenen Kombinationen die Tiere und Pflanzen aufgebaut sind, gewann die biologische Wissenschaft einen großen Aufschwung. Und nur von dem Momente an, als der Botaniker Mohl im Jahre 1843 zum ersten Mal die Bezeichnung Protoplasma in die Wissenschaft einführte; als Max Schultze und de Bary im J. 1859 den Beweis führten, dass das pflanzliche und tierische Protoplasma identisch sei mit der sog. Sarkode niedrigster Organismen; als weiterhin um dieselbe Zeit, d. h. im Jahre 1858 das klassische Werk von R. Virchow: „Die Cellularpathologie . . ." erschien, und als endlich erst im Jahre 1861 Max Schultze, die Lehre Schwann's und Schleiden's umarbeitend, seine Vorstellungen über die Zelle entwickelte, welche als Grundlage der heutigen Wissenschaft dienen, — macht die Biologie wahrhaft gigantische Schritte in ihrer Entwicklung, und fängt der Forschergeist an tiefer in die Geheimnisse der lebendigen Materie einzudringen. Vom Gesichtspunkte der heutigen Wissenschaft ist die Zelle die Grundeinheit der lebendigen Materie, aus deren Vereinigung, aus deren, sozusagen, innigster Symbiose die Gewebe und Organe der höheren, d. h. vielzelligen Organismen entstehen. Die Zelle selbst ist schon morphologisch nicht teilbar, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüßen. Die Analoga der den vielzelligen Organismus ausmachenden, d. h. der selbständigen, unabhängigen Existenz verlustig gegangener, Zellen haben wir in den sog. einzelligen Organismen, wie z. B. die Bakterien, Amöben, Sporozoen, Rhizopoden, Infusorien u. a. Es giebt keine solche Lebewesen, wie mikroskopisch und denkbar einfach sie organisiert sein mögen, welche nicht eine ganze, freilebende Zelle, mit

allen ihren Bestandteilen darstellten. Außerhalb der Zelle existiert keine lebendige Substanz. Außer dem Bereiche der Zelle existiert kein Leben. Und gegenwärtig zwingt uns der Geist der Wissenschaft in allen unseren Untersuchungen von der Zelle anzufangen und mit der Zelle zu endigen, wie auf dem Gebiete der normalen Biologie, so auch auf dem Gebiete der Pathologie. Und so wir nur im Bereiche der exakten Wissenschaft bleiben wollen, müssen wir es überall mit der Zelle zu thun haben. Deshalb ist es nicht zu verwundern, dass ungeachtet ihres kaum fünfzigjährigen Jubiläums, die dem Baue und dem Leben der Zelle gewidmete Litteratur so umfangreich ist, dass es kaum möglich ist, dieselbe zu sammeln.

Ihnen Allen ist es bekannt, dass wir in jeder Zelle folgende Teile unterscheiden: Das Protoplasma, oder den Zellleib, den Kern, und im Kerne einen oder mehrere Kernkörperchen. Der Kern wie auch der Zellenleib stellen keine homogene strukturlose Substanzen dar; sie sind kein strukturloses Klümpchen lebendiger Substanz im Geiste Max Schultze's, sondern haben eine Struktur, welche sehr kompliziert und wahrscheinlich in verschiedenen Zelltypen verschieden ist. Die Struktur der Zelle und ihrer Bestandteile ist, ungeachtet der Vollkommenheit unserer optischen Hilfsmittel und unserer mikroskopischen Technik noch lange nicht genügend erforscht, und ungeachtet dessen, dass die heutige Wissenschaft ganze fünf Theorien über die Struktur der Zelle aufweisen kann, wird noch so mancher Handgriff der Technik vorgeschlagen werden, und wird noch so manches Forscherauge ermüden, indem es bestrebt sein wird, in den Mechanismus und in die Architektonik dieser Strukturen einzudringen. Ich kann an dieser Stelle natürlich nicht von diesen Theorien reden, sondern werde nur auf einige Momente aus dem Leben der Zelle hinweisen, welche ihre wunderbare Kompliziertheit kundthun. . . Der Prozess der Karyokinese, oder indirekten Teilung, mit welchem Sie Alle bekannt sind, weist in vielen Fällen eine große Regelmäßigkeit und Gesetzmäßigkeit auf, und beweist eine gewisse Unabhängigkeit und physiologische Selbständigkeit jenes Bestandteiles der Zelle, welcher Chromatin benannt wird, und welcher einen regen Anteil nimmt am Prozess der Zellvermehrung und am Mechanismus der erblichen Uebertragung. Weiterhin haben sich gegenwärtig genügend Litteraturangaben gesammelt, welche beweisen, dass auch die Kernkörperchen eine aktive Rolle in bestimmten Phasen des Zellenlebens spielen und eine große Widerstandsfähigkeit und physiologische Selbständigkeit besitzen. Weiterhin hat eine ganze Reihe von Untersuchungen aus den letzten Jahren gezeigt, dass bestimmte, immer und in allen Zellen vorhandene Bestandteile des Zellenleibes, die sog. fuchsinophilen Granula R. Altmann's, Organe ganz bestimmter Funktionen der Zelle darstellen. Endlich überzeugen uns die Untersuchungen der allerletzten Jahre aus dem Gebiete der Zell-

pathologie davon, dass nicht immer und nicht unbedingt die ganze Zelle diesem oder jenem pathologischen Prozesse anheimfallen muss, sondern dass in gewissen Fällen nur dieser oder jener Bestandteil der Zelle für sich allein erkranken kann. So haben wir es z. B. im Prozesse der trüben Schwellung wahrscheinlich mit der Hyperplasie und Hypertrophie nur einer bestimmten Körnelung des Protoplasmas zu thun, aber nicht der fuchsinophilen, von der eben die Rede war, sondern einer anderen, welche auch in allen Zellen anzutreffen ist. Ein anderes Beispiel ergiebt sich aus der Einwirkung einiger Gifte auf die Zelle. Es erweist sich z. B., dass in den Fällen akuter Vergiftung mit Arsenik, Phosphor nnd dem Toxin des Diphtheriebacillus fast ausschließlich nur die Zellkerne leiden, während der Zellenleib, oder das Protoplasma, unverändert bleibt. Alle derartigen, ziemlich zahlreichen Daten aus dem Zellenleben beweisen zur Genüge die wunderbare Kompliziertheit der Zelle. Es erweist sich, dass im mikroskopischen Volumen der Zelle sozusagen einzelne Organe enthalten sind, von denen ein Jedes nur gewissen Bedürfnissen der Zelle dient, von denen ein Jedes eine streng bestimmte Funktion ausübt. Wir müssen folglich begreifen, dass wir es bei der Erforschung der Physiologie und Pathologie der Zelle nicht immer mit der ganzen Zelle, als solcher, als einer unteilbaren Einheit zu thun haben, sondern dass sehr oft, wie ich schon anführte, der pathologische Prozess nur auf diesen oder jenen Bestandteil der Zelle, nur auf dieses oder jenes Organ derselben einwirkt, ohne auf die ganze Zelle, als solche, merkbar einzuwirken, ganz ebenso, wie es im vielzelligen Organismus der Fall ist. Die ganze Kompliziertheit der Zelle wird uns vollkommen begreiflich, wenn wir nur bedenken, was für eine Masse verschiedenartiger Funktionen sich in dieser vermeintlich unteilbaren Einheit lebendiger Substanz abspielt. Nehmen wir z. B. die parenchymatöse Leberzelle. Außer der ganzen Summe von Vorgängen, welche den Lebensbedürfnissen entsprechen und, sozusagen, das Wesen des Lebens ausmachen, spielt sich in der Leberzelle eine ganze Reihe besonderer, spezifischer Prozesse ab, wie z. B. die Bildung des Glykogens; dessen Aufspeicherung und Verarbeitung; die Bildung von Harnstoff aus karbaminsauren Salzen, welche der Leber zugeführt werden; ferner die Neutralisation von Giften, welche, wenn sie die Leber nicht passieren würden, große Störungen im Organismus verursachen würden; ferner die Bildung der Galle und endlich die blutbildende Funktion in gewissen Phasen der ontogenetischen Entwicklung. . .

Der Gedanke, dass die Zelle etwas komplizierter sein müsse, ist verhältnismäßig nicht neu, und die meisten zeitgenössischen Biologen, welche bestrebt sind, einen Einblick in die Lebensvorgänge zu erlangen, kommen in ihren Auseinandersetzungen zu dem Schlusse, dass die Zelle aus irgendwelchen elementaren Lebensträgern aufgebaut und

zusammengesetzt sei, wobei fast ein Jeder von den Forschern diese elementaren Lebensträger mit einem besonderen Namen benennt. Allein, was sind diese primitiven Lebensträger, diese elementaren Einheiten, diese physiologischen Einheiten H. Spencer's, diese Gemmen Darwin's, diese Pangenen de-Vries, diese Idioblasten O. Hertwig's, diese Biophoren Weismann's, diese Biogenen Verworn's, diese Metastrukturteilchen Roux's u. s. w.? . . . Im Geiste der Biologen, als Resultat eines logischen Ganges theoretischer Auseinandersetzungen und abstrakter Kombinationen entstanden, — verbleiben sie bis heute rein hypothetische, sogar mit dem bewaffneten Auge nicht sichtbare Teilchen lebendiger Substanz, und der voreingenommene Forschergeist ist außer Stande, ihre reale Existenz anzuerkennen und ihnen Platz und topographische Lagerung im Bereiche der Zelle anzuweisen, welche wie früher eine morphologisch unteilbare Einheit verbleibt. Und wie merkwürdig es auch scheinen mag, als R. Altmann zuerst etwa vor 10 Jahren, und später mit größerer Ueberzeugung im Jahre 1890 in seinem Werke: „Die Elementarorganismen und ihre Beziehung zu den Zellen" den Beweis führte, dass die von ihm, bei Anwendung einer besonderen Methode der Bearbeitung in den Zellen nachgewiesenen fuchsinophilen und cyaninophilen Granula wahre elementare Struktureinheiten lebendiger Substanz darstellen, — äußerten sich die Meisten mit Schärfe gegen solch einen Gedanken. Und als R. Altmann anfing zu beweisen, dass seine fuchsinophilen und cyaninophilen Granula, welche in jeder Zelle zu finden sind, wahre elementare Einheiten sind, wahre Elementarorganismen, aus deren Summe ein komplizierterer Organismus — die Zelle — entsteht, ganz analog dem Aufbau des noch komplizierteren vielzelligen Organismus aus den Zellen — hielten es die Gelehrten nicht ein Mal für nötig, diese Ansicht einer genügenden Beachtung und Kritik zu würdigen, sondern begnügten sich nur mit einigen Phrasen, oder ließen dieselbe sogar ganz ohne Beachtung. Allein, die ganze Summe unserer gegenwärtigen Kenntnisse vom Zellenleben, und eine Masse in der umfangreichen Litteratur zerstreuter Angaben aus der Morphologie, Physiologie und Pathologie der Zelle, sprechen zu Gunsten dieser neuen Ansichten, und ich bin überzeugt, dass bald diese neue Anschauung über das Wesen der Zelle in der Wissenschaft allgemeine Anerkennung finden und das Hemmnis beseitigen wird, welches vorläufig einer weiteren Entwicklung der Cytologie im Wege steht. Ich kann mich an dieser Stelle natürlich nicht in eine ausführliche Besprechung dieser Angaben einlassen, von welchen ein Teil, die Morphologie der Zelle betreffend, in meinem Büchlein vom Jahre 1895 berücksichtigt worden ist[1]) und eine allseitige Bearbeitung dieser Frage behalte ich mir noch vor. In der angeführten

1) G. Schlater, Die neue Richtung in der Morphologie der Zelle und ihre Bedeutung für die Biologie. St. Petersburg 1895. (Russisch).

Arbeit habe ich den Standpunkt von R. Altmann und S. M. Lukjanof, welcher zu den noch sehr wenigen Anhängern dieser neuen Anschauung gehört, erweitert und weiter zu entwickeln gesucht. Mich teils auf meine eigenen Untersuchungen stützend, teils auf die von mir gesammelte Litteratur, suchte ich zu zeigen, dass die Frage vom Wesen der Zelle und von ihrem Baue dem zeitgenössischen Forscher in folgendem Lichte erscheinen muss. Die Zelle ist kein Elementarorganismus; sie ist kein morphologisch weiter unteilbares Element lebendiger Substanz, sondern stellt einen komplizierten Organismus dar, welcher aus unvergleichlich einfacheren Elementen aufgebaut ist, welche unserem bewaffneten Auge in Form verschiedener Körner (Granula und Mikrosomen) erscheinen. Dabei haben wir in jeder typischen Zelle wenigstens acht einzelne, morphologisch und physiologisch von einander verschiedene, Körnerarten zu unterscheiden, von welchen drei — im Zellenleibe und fünf — im Zellkerne. Alle diese Körner, oder Cytoblasten, werden untereinander verbunden durch eine Substanz, welche als Produkt der Lebensthätigkeit der Cytoblasten aufzufassen ist und deshalb den Interzellularsubstanzen analog ist. Die Analogie zwischen den Cytoblasten und der Zelle einerseits, und zwischen der Zelle und dem vielzelligen Organismus andererseits, muss möglichst vollkommen sein. In dieser Fassung, meine Herren, erscheint mir diese Frage gegenwärtig. Allein, die vorgelegte Anschauungsweise wird, wie ich schon angedeutet, fast von Allen zurückgewiesen, wobei folgende Hauptargumente gegen dieselbe angeführt werden. Erstens wird behauptet, dass alle diese Körnchen, entweder Kunstprodukte seien — ein Resultat unserer mikroskopischen Technik, oder Produkte der Zellthätigkeit, d. h. Nahrungsmaterial, Sekret, Zerfallprodukte u. dergl. Allein diese Behauptung hat gar keine Beweiskraft für sich. Zweitens, und das scheint der wichtigste Einwand zu sein, wird behauptet, dass in der Natur keine freilebenden Körner (Granula oder Mikrosomen) existieren und dass in der Natur keine Lebewesen anzutreffen seien, welche eine einfachere Organisation, als die Zelle, aufweisen würden, wogegen wir als freilebende Analoga der Gewebszellen die große Gruppe der einzelligen Organismen auffassen. Dadurch erklärt sich folgende merkwürdige, in der gegenwärtigen Litteratur anzutreffende, Erscheinung: Ein krampfhaftes Bestreben, alle niedrigsten Lebewesen, sogar alle niedrigsten Bakterienformen auf die Zelle zurückzuführen, wobei die Gelehrten eifrigst nach echten Kernen und nach einem Protoplasma in den kleinsten Bakterien suchen. Und wenn diese Behauptung richtig wäre, wenn sie der faktischen Sachlage entsprechen würde, so wäre der von uns vertretene Standpunkt

in gewisser Hinsicht, wenn auch nicht vollkommen, erschüttert. Allein die Sache ist die, dass diese Behauptung, auf welche die Gegner der Cytoblastentheorie so großes Gewicht legen, vollkommen falsch ist, und nur ein Resultat der Verdunkelung des Forschergeistes durch eine voreingenommene Idee. Jetzt, nachdem wir, wenn auch einen flüchtigen Einblick in die neue Zellenlehre gethan, können wir an die Beantwortung der von uns gestellten Frage herantreten: Was sind die Bakterien?

Alle wissen es natürlich, dass die Bakterien niedrigste Organismen sind, von denen der größte Teil nicht nur für den tierischen Organismus unschädlich ist, sondern eine bedeutungsvolle Rolle in der Oekonomie der Natur spielt; und nur verhältnismäßig der kleinste Teil besteht aus den schlimmsten Feinden des tierischen Organismus, mit welchen gerade wir Aerzte es zu thun haben. Dass die Bakterien Organismen sind, ist außer Zweifel, und unsere ganze Aufgabe besteht deshalb nur darin: zu bestimmen, ob es Zellen sind, d. h. Organismen, welche schon ziemlich weit vorgeschritten sind in ihrer phylogenetischen Entwicklung und ihrem Baue, oder ob die Bakterien keine Zellen sind, sondern Lebewesen von niedrigerer und viel einfacherer Organisation darstellen. Zur Lösung dieser Frage haben wir gegenwärtig nur einen Weg: den Weg der vergleichend-morphologischen Forschung. Nur dann, wenn wir die neuesten Methoden der mikroskopischen Technik anwenden, und den Bau aller dieser kleinsten Lebewesen vergleichend studieren, können wir hoffen, annähernd deren Genealogie festzustellen, natürlich, wenn wir dabei vollkommen objektiv zu Werke gehen, wenn wir uns nicht einer voreingenommenen Idee hingeben und nicht zu metaphysischen Klügeleien unsere Zuflucht nehmen, wie wir es leider in einigen Arbeiten über den Bau der Bakterien sehen. Die Struktur der Bakterien diente als Untersuchungsobjekt wie den Botanikern, so den Zoologen und auch den Medizinern. Man muss aber gestehen, dass wir bis jetzt keine solche Arbeit besitzen, welche diese höchst wichtige Frage, wenn auch teilweise erschöpft hätte und vollkommen objektiv wäre. In der gedruckten Arbeit werde ich ausführlicher auf diese Frage eingehen und möglichst die ganze hierzu gehörige Litteratur durchnehmen, hier werde ich jedoch nur in allgemeinen Zügen, auf das vorhandene faktische Material hinweisen und, einige Zusammenstellungen machend, diejenigen Gedanken und die Schlussfolgerung mitteilen, welche meiner Ueberzeugung nach vollkommen logisch und richtig sind. . .

Der größte Teil der Forscher, die sich mit der Struktur der Bakterien befassten, hatte es fast ausschließlich mit den allergrößten und vollkommensten Formen zu thun, wie z. B. *Beggiatoa*, *Chromatium*, *Ophidomonas*, oder mit Formen mittlerer Größe, wie *Spirillum serpens*, *Clostridium butyricum*, *Cladotrix dichotoma* u. a., von denen etliche

eine Länge von 12—14 μ erlangen, d. h. gegen zwei Mal länger sind als der Durchmesser eines menschlichen roten Blutkörperchens. Diese Formen stehen, ohne Zweifel, ihrem Baue nach den Cyanophyceen (Algen) nahe, d. h. ihr ganzer Körper ist in einen centralen und einen peripheren Teil differenziert, wobei hauptsächlich im centralen Teil die intensiver färbbaren Körner lokalisiert sind, von welchen zwei, ja sogar drei, von einander durch ihre mikrochemischen Eigenschaften zu unterscheidende Arten sein können. Dem Bau der Cyanophyceen ist eine ziemlich große Litteratur gewidmet, und gegenwärtig wissen wir, dass dieselben, was ihren Bau anbelangt, ohne Zweifel niedriger stehen, als die Zellen, da ihr Centralkörper sich noch nicht zum typischen Kerne differenziert hat, und da die Körnchen, oder Bioblasten, welche die Elemente des Kernes ausmachen, noch kein sog. Chromatingerüst gebildet haben, sondern sogar sozusagen über den ganzen Zellenleib zerstreut sein können, und da endlich einer der neuesten Cyanophyceen-Forscher, G. Nadson, im ganzen Körper der Cyanophyceen-Zelle nur drei von einander differenzierbare Körnerarten beschreibt. Die kompliziertesten und größten Bakterienformen nähern sich, wie ich schon sagte, dem soeben skizzierten Typus.

Was die mittelgroßen und kleinen Bakterienformen anbelangt, so stehen dieselben ihrem Baue nach noch niedriger. In ihnen können wir schon keine Differenzierung in einem centralen und peripheren Teil wahrnehmen, sondern ihr ganzer Körper färbt sich gleichmäßig, wobei in demselben gewöhnlich Körnchen von einer oder zwei Arten in nicht großer Zahl zerstreut sind. Dank dem Umstande, dass der ganze Körper solcher Bakterien sich ziemlich intensiv färbt, gewinnt man den Eindruck, als wenn die ganze Bakterie nur einen Kern ohne sogen. Protoplasma darstellte. Deshalb auch sprach der bekannte Protozoen-Forscher O. Bütschli die Ansicht aus, dass der ganze Körper der mittelgroßen Bakterien identisch und gleichwertig sei dem Zellkerne. Allein auch diese Analogie ist nicht ganz richtig: diese Formen können nicht dem Zellkerne gleichgestellt werden, da ihr Bau viel einfacher ist, als der Bau eines Zellkernes. In diesem letzteren haben wir es, wie ich schon sagte, mit fünf Granulaarten zu thun, welche eine bestimmte topographische Verteilung im Kerne zeigen; hier aber haben wir nur eine oder zwei Arten von Bioblasten. Fast alle zu dieser Gruppe gehörigen Bakterien sind nicht pathogen, und nur sehr wenige Formen, und zwar die einfachsten Vertreter dieser Gruppe, sind pathogen, wie z. B. der *Anthrax*-Bacillus, in dessen gleichmäßig gefärbtem Körper N. Sjöbring u. a. noch intensiver färbbare Körnchen beschreiben, von denen sogar zwei Arten sein können. Damit ist der ganze Bau derartiger Formen erschöpft. Das Schema vom Baue der zu dieser Gruppe gehörigen Bakterien wird demnach ein folgendes sein: Wir haben einige gleichartige Körner-Bioblasten, oder

höchstens zwei Körner-Arten vor uns, welche durch eine stark entwickelte Zwischensubstanz untereinander zu einem Ganzen verbunden sind, und welche den ganzen Körper der Bakterie ausmachen. Diese Zwischensubstanz unterscheidet sich nach ihren mikrochemischen Eigenschaften von der Zwischensubstanz, oder Intergranularsubstanz des Zellkernes, indem sie ziemlich stark verschiedene Kernfarben bindet, allein immerhin schwächer, als die Körner, wogegen die Intergranularsubstanz des Kernes sich fast gar nicht färbt. Deshalb gewinnt man auch den Eindruck, als hätten wir es mit einem stark und diffus tingiertem Zellkerne zu thun.

Was endlich die niedrigsten Bakterienformen betrifft, mit welchen hauptsächlich die Aerzte es zu thun haben, so ist ihr Bau noch viel einfacher. Ihre Organisation, natürlich im vergleichend-morphologischem Sinne, ist bis zur einfachsten Urform herabgesetzt, oder richtiger gesagt, ihre Organisation dient als Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung, Komplikation und Vervollkommnung der organisierten Lebewesen. Wenn wir unter dem Mikroskope, bei stärksten Vergrößerungen diese kleinsten Bakterienformen, diese verschiedenen Kokken und Bacillen, untersuchen, so frappiert uns diese Einfachheit der Organisation, in welcher sich ungeachtet dessen die ganze Summe der Hauptvorgänge des Lebens abspielt. Wenn wir genauer diese mit verschiedenen Farben gefärbten und verschieden fixierten kleinsten Lebewesen betrachten und uns im Geiste das Schema der Zellstruktur vorführen, und wie sich die Chromatin-Cytoblasten der Zelle denselben Farben gegenüber verhalten, — müssen wir die morphologische Identität anerkennen, welche, einerseits zwischen diesen am einfachsten organischen freilebenden Lebewesen, andererseits — diesen Chromatinelementen des Zellkernes und Zellenkörpers, diesen Cytoblasten, existiert, welche dank den neuen Anschauungen in der Cytologie anfangen eine vollkommen andere Bedeutung und eine andere Beleuchtung zu bekommen. Die Cytoblasten, aus deren Summe die Zelle aufgebaut ist, sind vorläufig noch in den Augen des Forschers der Gegenwart strukturlos, und unsere neuesten mikrobiologischen Methoden sind noch nicht im Stande dieselben weiter morphologisch zu zergliedern. Ganz ebenso strukturlos sind vorläufig noch jene Kokken und jene Bacillen, welche wir so eifrig aus allen Flüssigkeiten und Geweben des tierischen Organismus ausscheiden. Und nutzlos ist es vorläufig zu schwärmen von irgend welchen sichtbaren Strukturen in den meisten pathogenen Kokken, wie z. B. die verschiedenen Staphylokokkus- und Streptokokkus-Arten, und in den kleinsten Bacillen, wie *Bacterium prodigiosum*. Ganz ebenso versuchen wir es auch nicht ein Mal gegenwärtig eine sichtbare Struktur in den Cytoblasten, oder Bioblasten aufzufinden, in diesen elementarsten sichtbaren Trägern der Lebenseigenschaften. Allein in dieser umfangreichen Gruppe von Bakterien treffen wir eine ganze

Reihe von Formen, hauptsächlich Bacillen, an, welche die ersten Schritte, sozusagen die ersten Versuche einer morphologischen Differenzierung und einer höheren phylogenetischen Entwicklung zeigen. Indem wir verschiedenartige Konservierungsmittel und kombinierte Färbungen anwenden, stellen wir in diesen Formen eine Gliederung in zwei Teile fest: in den Bakterienkörper und in die sogen. Spore. Derartige Formen stellen Lebewesen dar, deren ganzer Körper nur aus zwei einzelnen, morphologisch und physiologisch verschiedenen Bioblasten besteht. Allein diese Gliederung ist noch eine sehr unhaltbare und von verschiedenen Lebensbedingungen abhängige; und diese Organismen können, wie die Bakteriologie lehrt, unter gewissen Bedingungen leben, sich entwickeln, und sich vermehren, ohne Sporen zu bilden, fortfahrend — nur ein einziges Granulum, nur ein einziger Bioblast zu sein.

Meine Herren, da gegenwärtig, wo sich die Bakteriologie so mächtig entwickelt, kaum daran zu zweifeln ist, dass die von uns auf verschiedensten Nährböden gezüchteten kleinsten Kokken und Bacillen wahrhaft lebendige Formen sind, im vollen Sinne des Wortes — Organismen, mit all ihren Lebenseigenschaften —, so scheinen mir die vergleichend-morphologischen Zusammenstellungen, welche ich eben gemacht habe, vollkommen überzeugend dafür zu sprechen, dass es in der Natur solche freilebende Organismen giebt, welche keine Spur von irgend einer sichtbaren morpholologischen Gliederung, von einer Organisation, zeigen. Und zu entscheiden, ob derartige Formen mit der Zelle identifiziert werden können, überlasse ich der logischen Denkweise eines Jeden. Also, was sind die Bakterien?

Nach all dem Gesagten kann kein Zweifel daran bestehen, dass die große Gruppe der Bakterien in systematischer Hinsicht eine willkürliche und künstliche ist. Hierher gehören fast alle Organismen, welche, was ihre phylogenetische Entwicklung und ihren Bau anbelangt, niedriger als die Zelle stehen. Da wir es hier jedoch mit den verschiedensten Strukturtypen und mit einer Masse von Uebergängen zu thun haben, von solchen Formen, deren ganze Organisation auf die eines einfachen Granulum-Bioblasten zurückgeführt werden muss, bis zu solchen Organismen, welche sich den Cyanophyceen nähern, und durch Vermittlung dieser letzteren den Zellen, — so muss die ganze Gruppe der Bakterien, meiner Meinung nach, aufgelöst werden und in einzelne selbständige Gruppen mit deren Unterabteilungen zerfallen. Dabei können wir drei große Hauptgruppen von Organismen unterscheiden.

Zur ersten Gruppe sind alle die Organismen zu rechnen, welche nach Anwendung aller unserer neuesten Methoden der mikroskopischen Technik dem bewaffneten Auge keine Spur einer sichtbaren Struktur, einer nachweisbaren Differenzierung zeigen. Diese Formen sind ihrem Baue nach vollkommen analog den Zellgranulationen oder den Cytoblasten, und führen im Gegensatz zu diesen letzteren Elementen, welche einer freien Existenz verlustig gegangen sind, ein vollkommen selbständiges und freies Dasein und sind deswegen schon von R. Altmann „Autoblasten" benannt worden. Dabei ist es der Beachtung wert, dass die Autoblasten, ihren mikrochemischen Eigenschaften entsprechend, mit den Chromatin-Cytoblasten des Zellkernes identifiziert werden müssen.

Zur zweiten großen Gruppe gehören alle diejenigen Organismen, welche sozusagen die ersten Versuche einer morphologischen Differenzierung aufweisen; welche eine innige Vereinigung einer größeren oder kleineren Zahl von Autoblasten zu einem ganzen, selbständigen Organismus darstellen, und in welchen die Autoblasten, welche durch eine als Produkt ihrer Lebensthätigkeit aufzufassende Zwischensubstanz zusammengehalten werden, schon das Vermögen eines selbständigen Bestehens eingebüßt haben, und deshalb nicht mehr Autoblasten sind, sondern als Vorfahren der Cytoblasten aufzufassen sind. Dabei ist zu bemerken, dass sich die Zwischensubstanz ziemlich intensiv färbt, und deshalb gleicht der ganze Körper dieser Formen vielmehr einem Zellkerne, als dem sogen. Protoplasma. Diese ganze Gruppe, deren Repräsentanten infolge dessen sozusagen als Vorfahren eines typischen Zellkernes aufzufassen sind, benennen wir gleich Altmann, Gruppe der „Moneren".

Die dritte große Gruppe machen, endlich, solche Organismen aus, deren Struktur einen weiteren Schritt vorwärts auf dem Wege morphologischer Differenzierung darbietet. Die einfachsten Vertreter dieser Gruppe, zu denen die größten Formen der Bakterien gehören, haben schon solche Elemente ausgeschieden und entwickelt, welche sozusagen als Keime eines Protoplasmas oder Zellleibes aufgefasst werden können. Hier haben wir es zum ersten Male mit einer Gliederung des ganzen Körpers des betreffenden Organismus in einem centralen Abschnitt — den Prototypus des Kernes, und einen peripheren Abschnitt — den Prototypus des Zellkörpers, zu thun. Allein, bis zur

Identifizierung dieser Formen mit den Zellen ist es noch sehr weit... Eine andere Untergruppe dieser großen dritten Gruppe machen die Cyanophyceen und diesen dem Baue nach verwandte Organismen aus, in deren sogen. Zellen diese Gliederung eine weitere Entwicklung erfahren hat, obschon sie immerhin noch nicht typische Zellen darstellen. Alle zu dieser großen dritten Gruppe gehörigen Organismen werden wir mit dem Terminus von R. Altmann „Metamoneren" benennen. Hier muss ich jedoch auf den Umstand aufmerksam machen, dass die Gruppen der Moneren und Metamoneren unter keiner Bedingung den einzelligen Organismen und den vielzelligen Organismen entsprechen, sondern nur einzelnen Klassen der vielzelligen Organismen. Ganz analog dem, wie diese letzteren einzelne Typen von Zellkombinationen darstellen, so sind auch die Moneren und Metameren nur Typen von verschiedenen Vereinigungen der Granula, oder Cytoblasten. Auf Grund des Gesagten müssen wir die ganze organisierte Lebewelt, anstatt der gegenwärtig üblichen Einteilung in *Protozoa*, oder einzellige Organismen, und *Metazoa*, oder vielzellige Organismen, in folgende drei Kategorien teilen: 1. in Autoblasten, d. h. frei und selbständig lebende Bioblasten, 2. Protozoen, d. h. Kolonien von Cytoblasten, von solchen Bioblasten, welche ihre selbständige Existenz eingebüßt haben, und 3. Metazoen, d. h. Kolonien von Zellen (oder von solchen Protozoen, welche einer selbständigen Existenz verlustig gegangen sind).

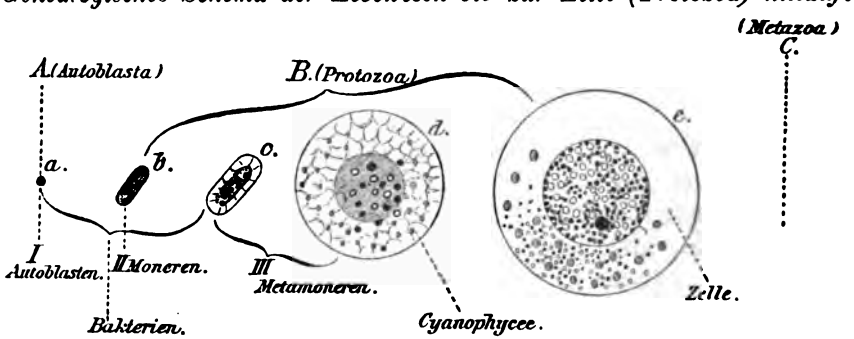
Durch diese von mir in Kürze skizzierten Betrachtungen wird, wie mir scheint, der wichtigste Gegenbeweis der Gegner der Bioblastentheorie paralysiert, d. h. derjenigen Anschauung, die Zelle sei nicht das einfachste, ursprüngliche, morphologische Element, in welchem zuerst das organische Leben erwachte. Zu allererst blitzte der Lebensfunke auf in dem kleinsten Körnchen, welches eines von den tausend ihm gleichen Gliedern darstellt, welche in Summa die Zelle ausmachen, und deren frei und selbständig lebenden Vertreter wir in der niedrigsten Bakterienform, in dem unter dem Mikroskope kaum wahrnehmbaren Kokkus oder Bacillus anerkennen müssen.

Meine Herren, die von mir eben entwickelte Anschauung wird, ich weiß es, auf einen kräftigen Widerstand von Seiten der Biologen stoßen, oder wird, wie es ja in der Geschichte der Wissenschaft zuweilen geschieht, totgeschwiegen werden. Nach wie vor wird beweislos und der Logik zuwider behauptet werden, die Zelle sei morphologisch das

einfachste Lebewesen und nach wie vor wird man sich mit der metaphysischen Ansicht zufrieden geben, in jeder kleinsten Bakterienform sei „potential" die ganze Zelle mit ihrer ganzen komplizierten Struktur enthalten. Als ob die Vertreter der zeitgenössischen Wissenschaft instinktiv für die Unantastbarkeit der Zelltheorie fürchten, welche solch einen mächtigen Aufschwung der Entwicklung unserer Wissenschaft gegeben hat. Allein diese Befürchtungen sind unnütz: Die Zelltheorie wird nicht zerstört werden, und die Zelle wird auf immer die Hauptstruktureinheit höher stehender Formen der organisierten lebendigen Natur bleiben. Und die von uns entwickelten Anschauungen eröffnen nur einen neuen, breiten Weg, welcher gesperrt war, und welcher uns helfen wird noch tiefer in die ganze Kompliziertheit des Baues und des Lebens der Zelle einzudringen, und noch mehr und vielseitiger die Lehre von der Zelle zu entwickeln. Und dass die Zelle noch auf sehr lange Zeit das Hauptcentrum der ganzen Biologie bleiben wird; dass die Cytologie, ungeachtet ihrer so umfangreichen Litteratur, gegenwärtig erst in eine neue fruchtbringende Phase ihrer Entwicklung eintritt, und dass sie die jetzige Gelehrtenwelt lebhaft interessiert, — bewies am Besten der in Moskau stattgehabte internationale Mediziner-Kongress.

Zur Erläuterung der von mir vertretenen Anschauung sei folgendes Schema beigefügt:

Genealogisches Schema der Lebewesen bis zur Zelle (Protozoa) hinauf.



Kronstadt (in Russland), Mai 1897. [78]

Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane.

(Einundzwanzigstes Stück.)

12. *Palamedeidae.*

Die *Palamedeidae*, eine sehr kleine (nur 2 Gattungen und 3 Arten umfassend) und überdies auf Südamerika beschränkte Familie von

ziemlich großen Vögeln, besitzen zwar den allgemeinen Habitus der Sumpfvögel, erinnern aber infolge mancher Eigentümlichkeiten teils an andere Vogelabteilungen, und nehmen teils eine separierte Stellung ein. Deshalb sind sie auch hinsichtlich ihrer systematischen Stellung sehr verschieden beurteilt worden.

1. Mit *Dicholophus* zu einer Gattung (*Palamedea*) verbunden wurden sie von Linné, Brisson (der erste Forscher trennt aber *Palamedea* und *Chauna*; erstern verbindet er mit *Cariama*, letztern mit *Parra*).
2. Mit *Grus*, *Psophia*, *Dicholophus* und *Otis* zu den *Alictorides* vereinigt sie Nitzsch.
3. Dagegen werden sie zu derselben Gruppe (zn den *Alectorides*) mit *Psophia*, *Dicholophus*, *Cereopsis* und *Glareola* von Illiger (mit *Cereopsis*) und Temminck (ohne *Cereopsis*) verbunden.
4. Den *Tribus Grues* der *O. Herodiones* bilden sie mit den *Cariamidae*, *Psophidae*, *Gruidae* und *Phoenicopteridae* nach der Ansicht von Bonaparte 1854.
5. Die *Alectorides* repräsentieren sie in Gemeinschaft der *Fulicariae*, *Gruinae* und *Otidinae* nach Sundevall 1844.
6. Zu den *Megapodiidae* der *Rasores* vereinigt sich Swainson mit den *Cracidae*, *Dicholophidae*, *Megapodius* und *Menura*.
7. Zu den *Paludicolae* verschmilzt sie Brehm mit den *Heliornithes*, *Fulicariae*, *Eurypygtidae*, *Parridae*, *Psophiidae*, *Dicholophidae* und *Gruidae*.
8. Den *Gallinograllae* einreiht sie Blainville und Lesson.
9. Die *Grallatores Cursores* zusammen mit den *Rallidae*, *Gruidae*, *Otitidae* und *Charadriidae* bilden sie nach der Ansicht Sundevalls 1872.
10. Zu den *Alectorides* werden sie von Des Murs vereinigt mit den *Chionididae*, *Mesitidae*, *Megapodiidae*, *Cracidae*, *Opisthocomidae*, *Rallidae*, *Eurypygidae* und *Parridae*.
11. Zu den *Galliformes Gallinaceae* zusammen fasst sie Garrod 1874 mit den *Gallinae*, *Rallidae*, *Otidae*, *Musophagidae* und *Cucullidae*.
12. Dagegen repräsentieren sie und die *Anseres* die *Chenomorphae (Lamellirostres, Anseres)* nach W. K. Parker, Huxley 1867, Sclater und Salvin, Reichenow (der erste Forscher macht zugleich auf einige sehr primitive („lacertine") Charaktere aufmerksam, durch welche *Palamedea* eine besondere tiefe Stelle einnimmt, auch findet er bei den *Palamedea* einige Beziehungen zu den *Cracidae* und *Megapodiidae*; Huxley betrachtet sie als von den *Alectoromorphae* abstammend und zu den *Chenomorphae* führend, Reichenow endlich erklärt zugleich, dass die Stellung der *Palamedeidae* zur Zeit noch nicht sicher entschieden sei.

13. Carus und Newton (1885) dagegen verbinden sie mit den *Anseres* und *Phoenicopteridae*.
14. Schlegel aber einverleibt sie den *Ralli*.
15. Reichenbach und Burmeister vereinigen sie mit den *Parrinae*, *Gallinulinae* und *Fulicariinae* zu den *Fulicariae* Reich. (*Paludicolae* Burm.).
16. Andrerseits bilden sie mit den *Fulicariae*, *Megapodius* und *Parra* die *Macrodactyli* Cuv. (*Alectorides* Sel.) nach Cuvier, Latreille, de Selys 1842, Kaup (nebst *Chionis*).
17. Als besondere Abteilung (Familie, Unterordnung, Ordnung) der *Grallae* (*Gallinograllae*) oder der Vögel überhaupt sieht sie an Fitzinger, Lilljeborg, A. Milne Edwards, Gray, Wallace, Sclater.
18. Als einen distinkten Typus (*Palamedeae*) zwischen den *Grues* und *Fulicariae* stellt sie L'Herminier 1837 hin.
19. Als primitive und separierte Abteilung der Vögel endlich sieht sie Parker, Garrod 1876 und Weldon an (die Ansicht Parkers über diese Gruppe habe ich schon an einer vorhergehenden Stelle kurz skizziert, Garrod betrachtet dieselbe als ganz für sich vom primitiven Vogelstamm abgezweigt, während Weldon sie oder eine ihnen ähnliche Familie zum Ausgangspunkt für die *Steganopodes*, *Anseres*, *Odontoglossae* und *Pelargomorphae* nimmt).

Schließlich sei noch angeführt, dass der Prinz v. Neuwied auf die Aehnlichkeiten der Gruppe in Farbe und Bewegung mit den *Cathartidae* hinweist, Marcgraf sie schlechtweg als Raubvögel bezeichnet und Eyton Beziehungen bei ihnen zu *Rallidae* und *Vultures* findet.

Ueber diese verwandtschaftlichen Beziehungen der *Palamedeidae* zu den eben angeführten Gruppen ist nun F. folgender Meinung. Ohne weiteres zurückzuweisen sein dürften diejenigen zu den *Psophiidae*, *Gruidae*, *Mesititae*, *Cariamidae*, *Otididae*, *Limicolae* incl. *Parridae*, *Galli* und *Menuridae*. Zwar zeigen die *Palamedeidae* in der Entwicklung ihres Schnabels und Gaumens, ihrer Flügeldornen, in verschiedenen Lebensgewohnheiten etc. einige Aehnlichkeiten mit dieser oder jener von den erwähnten Familien; dieselben erheben sich aber nicht über die Bedeutung mehr oder weniger oberflächlicher Analogien. Auch zu den *Accipitres* sind die Beziehungen der *Palamedeidae* nur recht indirekte. Größere Wichtigkeit beanspruchen dagegen die Uebereinstimmungen zwischen ihnen und den *Fulicariae*, denn in ihrem Habitus, in der Fußbildung, im Skelett (z. B. bei den Sternalrippen), in den Muskeln und in den Eingeweiden weisen sie Eigentümlichkeiten auf, welche an diese Vogelabteilung erinnern. Allerdings sind diese Uebereinstimmungen sehr allgemeiner Natur und daher nicht etwa als Beweis

für die nähere Verwandtschaft beider Gruppen anzusehen. Ueberdies treten bei beiden in fast allen Organsystemen (z. B. in den pterylotischen Verhältnissen, bei der Pneumatizität, den Proc. uncinati der Rippen etc.) so tiefgehende Verschiedenheiten auf, dass es unmöglich ist, die *Palamedeidae* und *Fulicariae* in ein näheres Verwandtschaftsverhältnis zu einander zu bringen und F. aus diesem Grunde nur ziemlich entfernte Beziehungen zwischen beiden anerkennt. Bedeutungsvoller aber sind die schon von Illiger hervorgehobenen und dann durch W. K. Parker und Huxley näher begründeten Beziehungen der in Rede stehenden Gruppe zu den *Anseres* (und *Phoenicopteridae*). Die Gaumenbeschaffenheit und auch verschiedene Details des Extremitätenskeletts begründen mannigfache intimere Uebereinstimmungen in erster Linie mit den langbeinigern Vertretern der *Anseres* (z. B. mit *Cereopsis*, *Chenalopex*, *Plectropterus*, *Cygnus*). Dazu erblickt F. in dem Verhalten der coraco-scapulo-clavicularen Verbindung, in dem Xiphosternum, den Mm. pectoralis thoracicus, supracoracoideus, coraco-brachialis posterior, latissimus dorsi posterior, deltoides propatagialis, sowie in mehreren Charakteren des Digestions- und Respirationsapparates zahlreiche Merkmale, die eine unverkennbare Aehnlichkeit, insbesondere mit *Cygnus* bekunden. Noch zahlreicher und z. T. auch wichtiger aber sind die Berührungspunkte zwischen den *Palamedeidae* und den *Steganopodes* und *Pelargi*. Das Sternum, Foramen supracoracoideum, die Mm. serratus profundis, sterno-coracoideus, pectoralis thoracicus und abdominalis, supracoracoideus, coracobrachialis posterior, biceps, deltoides major und minor und andere M., das vertikale Septum der Bauchhöhle und die präbranchialen Luftsäcke, der *Syrinx* etc. weisen zahlreiche Merkmale auf, welche die *Palamedeidae* den *Steganopodes* oder den *Pelargi* oder beiden noch näher bringen als den *Anseres*. Auch die hochgradige Entwicklung der Pneumaticität, die beträchtliche bis vollkommene Rückbildung der Mm. pectoralis abdominalis, biceps propatagialis und scapulo-humeralis gewähren, wenn auch nur von sekundärer Bedeutung und hauptsächlich in Korrelation zur Körpergröße entstanden, sehr auffallende Uebereinstimmungen mit gewissen Vertretern der *Steganopodes* und *Pelargi*. Manche Bildungen wieder zeigen eine mittlere Stellung zwischen den *Steganopodes*, *Pelargi* und *Anseres* (in erster Linie gilt dies von den Mm. deltoides major und minor, sowie den Mm. coracobrachialis posterior und supracoracoscapularis und den Propatagialis brevis). Zahlreiche Charaktere endlich geben zugleich den *Palamedeidae* hierbei eine primitivere Stellung als den genannten Familien.

Der gänzliche Mangel der Proc. uncinati bei den *Palamedeidae* (die mit Ausnahme von *Archaeopteryx* und *Diornis* allen übrigen Vögeln zukommen), bildet eine sehr überraschende und nicht zu ignorierende Thatsache. Doch glaubt F., dass W. K. Parker, der dieselbe zuerst

auffand, ihr eine zu hohe Bedeutung beimisst, indem er *Palamedea* in direkte Beziehung zu *Archaeopteryx* und den Lacertiliern brachte. Vielleicht lässt sich nach F. dies so erklären, dass eine sekundäre, wenn gleich eine in sehr früher phylogenetischer Zeit erfolgte Reduktion vorliegt. Aber selbst, wenn auch niemals ein Vorfahre der *Palamedeidae* Proc. uncinati besessen habe, dürfte nach F.s Ansicht diese Thatsache nicht ausreichen, um eine so prinzipielle Scheidung von den meisten andern Vögeln genügend zu motivieren. Ferner verdient auch die Pterylose, sowie gewisse Verhältnisse der Eingeweide (z. B. die intermediäre Magenausweitung, die Magendrüsen, Caeca, Länge des Rectum etc.) der *Palamedeidae* Berücksichtigung. Schon Nitzsch sah infolge der einfachen Anordnung der Pterylose eine Uebergangsform von den *Ratitae* zu den *Grallatores*, während Garrod in den an 2. Stelle angeführten Umständen eine große Aehnlichkeit mit den entsprechenden Strukturen bei Ratiten (*Struthio* und vor allem *Rhea*) nachwies. Wenn auch dieser Umstand noch keine direkte oder intime Verwandtschaft der *Palamedeidae* mit den *Ratitae* beweist, so sind doch diese Uebereinstimmungen auffallend genug, um ebenfalls zu Gunsten einer primitiveren Stellung dieser Gruppe im Sinne Garrods verwendet zu werden. Aehnlicher Meinung ist Weldon, und auch F. neigt sich der Auffassung zu, dass in den *Palamedeidae* eine sehr alte, seit langer Zeit wenig veränderte und daher auch viel primitive Charaktere darbietende Gruppe vorliegt, welche zu den im ganzen höher entwickelten *Anseres*, *Phoenicopteridae*, *Steganopodes*, *Pelargo-Herodii* und damit auch schließlich zu den *Accipitres* gewisse Verwandtschaften darbietet. Allerdings vermag F. in den *Palamedeidae* oder ihnen ähnlichen Vögeln nicht die Ausgangsform für diese Familien zu erblicken, sondern nur den letzten Rest einer schon mehr oder minder spezialisierten und in paläontologischer Vergangenheit vielleicht ziemlich reich vertretetenen Gruppe, welche zwar gleich jenen einer gemeinsamen Stammform entsprang, jedoch auf einem niedrigeren Niveau der Entwicklung stehen blieb hinsichtlich seiner hauptsächlicheren Charaktere. Andererseits gelangten die *Anseres* und *Phoenicopteridae* zu einer höheren, die *Steganopodes* und *Pelargo-Herodii* zu einer noch vollkommeneren Stufe der Ausbildung, entfernten sich aber damit zugleich auch am weitesten von den *Palamedeidae*.

13. *Phoenicopteridae.*

Sie bilden eine kleine (1 Familie mit 6 Arten umfassende) Gruppe von schlankgebauten Schreitvögeln, welche die Seeküsten und die Mündungen großer Ströme bevorzugen. Während sie gegenwärtig die tropischen und subtropischen Regionen (Afrika, Westasien bis Indien, Mittelmeerküsten, Süd- und Mittelamerika) bewohnen, reichten sie in wärmerer paläontologischer Zeit bis in unsere Breiten. Damals traten

sie aber auch in größerer Menge und Mannigfaltigkeit auf: aus dem mittleren und oberen Eocän Mitteleuropas sind 2 besondere Genera mit 4 Species (*Agnopterus* Milne Edwardt, *Elornis* Aymard), aus dem Miocän 3 Gattungen mit mindestens 8 Arten (*Phoenicopterus, Elornis, Palaelodus* Milne Edwards) bekannt. *Elornis* und der miocäne *Phoenicopterus* zeigen bereits eine Specialisierung, welche in mancher Hinsicht die der lebenden Vertreter noch übertrifft; *Palaelodus* gewährt einige Besonderheiten, welche ihm eine Stellung zwischen den *Phoenicopteridae* und anderen *Grallatores* anweisen (A. Milne Edwards), er ist somit als Vertreter einer eigenen Subfamilie, wenn nicht Familie, *Palaelodinae* (*Palaelodidae*), aufzufassen.

Von den Systematikern wurden den *Phoenicopteridae* folgende Stellungen angewiesen:

1. Mit den *Anseres* verband sie Merrem, Latham, Swainson, Cornay, Reichenbach (zusammen mit den *Cygninae*), Burmeister, Owen, Carus, Hartlaub, Sundevall 1872, de Selys 1879, Newton (Burmeister rechnet sie zwar zu den *Anseres*, erblickt aber in ihnen ein Mittelglied zwischen *Cygnus* und *Platalea*, Newton betrachtet sie als vielleicht von den *Ciconiidae* ausgehend).
2. Eine Abteilung der Schwimmvögel (Gattung, Familie) bilden sie nach Linné (derselbe hält aber auch eine Stellung bei den *Grallatores* oder bei den *Natatores* für möglich), Des Murs 1844 und Gray.
3. Als repräsentierend die Amphimorphae der Desmognathie sieht sie an Huxley und Weldon (der erstere Forscher fasst sie als reine Zwischenform zwischen *Anseres* und *Pelargi* auf, der letztere dagegen stellt ihre Verwandtschaft mit den *Pelargi* mehr in den Vordergrund.
4. Auch Sundevall (1844) vermutet, dass sie vielleicht zu den *Pelargi* gehören.
5. Mit den *Ardeidae, Scopidae, Ciconiidae, Ibidae* etc. zu den *Erodiones* P. A. (*Herodiones* Sclater u. Salvin, *Gressores* Reich., *Herodiae* Brehm) werden sie vereinigt von W. K. Parker, Sclater u. Salvin, Reichenow, Gadow, Brehm (Gadow findet bei ihnen einige wenige sekundäre Aehnlichkeiten mit den *Natatores*; aber in der Hauptsache gehören sie zu den *Ciconiidae* und stehen dort zwischen *Platalea* und *Tantalus*).
6. Kaup formiert sie mit *Ardea, Ciconia, Tantalus* und *Grus* zu den *Cultirostres* s. *Ardea*.
7. Dagegen Bonaparte vereinigt sie und *Palamedea, Cariama, Psophia* und die *Gruidae* zum *Tribus Grues* (1854) resp. *Ciconiae* (1855) der *O. Herodiones*.

8. Eyton aber sieht sie an als mit *Platalea*, den *Herodii*, *Eurypyga*, den *Ciconiae*, *Gruinae*, *Cariamidae* und *Psophiidae* die *Ardeidae* bildend.
9. Andererseits werden sie mit den *Ciconiae*, *Ardeae* etc., *Dromades*, *Eurypygae*, *Grues* und *Arami* zu den *Herodiae* verbunden durch Fitzinger.
10. Nach Illiger repräsentieren sie mit *Platalla*, *Recurvirostra* und *Cursorius* die *Hygrobatae*.
11. Garrod ist der Meinung, dass sie vielleicht mit den *Otidinae* die F. *Otidae* der *Galliformes Gallinacei* bilden.
12. Als Vertreter (Gattung, Familie, Unterordnung) der *Grallae* betrachtet sie Linné, Cuvier, Temminck, L'Herminier, Nitzsch (*Odontoglossae*), De Selys 1842, Des Murs 1860 (*Hygrobatae*), Lilljeborg, A. Milne Edwards, Wallace, Milne Edwards et Graudidier (Linné hält aber auch, wie schon angeführt, eine Zugehörigkeit dieser Gruppe zu den *Grallatores* oder *Natatores* für möglich, Cuvier betont auch Beziehungen der *Phoenicopteridae* zu den *Anseres*).
13. Gadow betrachtet sie als zu den *Cyclocoela Mesogyri* gehörig.
14. Mit den *Rallidae*, *Psophiidae*, *Oedicnemidae*, *Otidae*, *Cariamidae* und *Septentariidae* die *O. Endromades* bilden sie oder zwischen derselben und der *O. Semigallinae* stehen sie nach Forbes 1884.
15. Endlich als besondere Ordnung (*Odontoglossae*) aufgestellt hat sie Sclater.

Von diesen eben angeführten Verwandtschaften sind nach F.s Ansicht diejenigen zu den *Gruidae*, *Psophiidae*, *Otididae*, *Cariamidae*, *Limicolae*, *Rallidae* und *Accipitres* durchaus unhaltbar. Anders ist es dagegen mit den von vielen Forschern mehr oder weniger eingehend begründeten Beziehungen zu den *Anseres*, *Palamedeidae* und *Pelargi-Herodii* (*Hemiglottides*, *Ciconiidae*, *Scopidae*, *Balaenicipidae*, *Ardeidae*). Ohne Zweifel existieren zwischen ihnen und den *Phoenicopteridae* zahlreiche Uebereinstimmungen, allerdings nimmt eine Anzahl Forscher an, die intimsten Beziehungen finden statt zwischen ihnen und den *Anseres*, dagegen glauben andere, dies sei der Fall mit den *Pelargo-Herodii*, ein Teil endlich ist der Ansicht, dass die Annäherung der *Phoenicopteridae* an diese beiden Abteilungen eine gleich große sei.

Mit den *Anseres* zeigt die in Rede stehende Gruppe mehr oder minder große Aehnlichkeit resp. Uebereinstimmung in dem Verhalten der Schwimmhäute, der Lage der hinteren Zehe, in gewissen Verhältnissen des Schnabels (die aber, wie Reichenow sehr richtig hervorhebt, mehr analoger Natur und von früheren Forschern überschätzt worden sind), in mehrfachen Merkmalen des Schädels (am Kiefergaumen- und Thränenapparat), in der Verbindung der Clavicula

mit Coracoid und Scapula, in mehreren Charakteren des Beckens; in dem Verhalten der Mm. rhomboides und serrati, sterno-coracoideus, pectoralis propatagialis und abdominalis, coraco-brachialis posterior etc., sowie in der Ausbildung der Zunge, der graduellen Entwicklung der Caeca etc.

Andrerseits zeigen die *Phoenicopteridae* mit den *Pelargo-Herodii* Berührungspunkte in der Anordnung der Pterylose, in der wesentlichen Konfiguration des Schnabels (die nach Reichenow eine Modifikation der bei den *Ibidinae* vorkommenden Verhältnisse darstellt), in der Zahl der Eier und dem kreidigen Ueberzug derselben, in einzelnen Charakteren des Schädels, der Synostose einiger Dorsalwirbel (ähnlich *Threskiornis*), im spezielleren Verhalten des Sternum und der beiden Coracoide, des Proc. procoracoideus, Foramen supracoracoideus, in den Dimensionen des Sternum, des Coracoids und der Scapula, in der Art der coraco-scapularen Verbindung der Clavicula; ferner im Verhalten der Mm. rhomboides superficialis, serrati, pectoralis thoracicus und propatagialis supracoracoideus, latissimus dorsi posterior und metapatagialis, deltoides major und minor, scapulo-humeralis anterior, anconaeus scapularis und humeralis, Propatagialis brevis; des weiteren ergeben sich Berührungspunkte zwischen den beiden schon genannten Gruppen in zahlreichen Zügen der Muskulatur an der unteren Extremität, in den Falten der Pecten, der Darmlagerung, dem Verhalten der thorakalen Luftsäcke, in der spezielleren Ausbildung der Carotis etc. Ein gesondertes Verhalten oder eine mittlere Stellung zwischen *Anseres* und *Pelargi* nehmen die *Phoenicopteridae* ein infolge der besonderen Beschaffenheit des Proc. basipterygoideus (der bei den *Anseres* und *Palamedeidae* wohl entwickelt, bei den *Phoenicopteridae* in Rückbildung begriffen, bei den *Pelargi* reduziert ist), ferner wegen des Proc. procoracoideus, der Mm. coracobrachialis anterior, latissimus dorsi anterior deltoides, supracoracoscapularis, Ausbildung der Caeca etc.

Beziehungen zwischen den *Phoenicopteridae* und *Palamedeidae* werden vermittelt durch die Beschaffenheit des Foramen supracoracoideum, die Verbindung der Clavicula mit dem primären Brustgürtel, der Mm. deltoides propatagialis, deltoides major und minor, anconaeus scapularis, coracoideus und humeralis.

An die *Steganopodes* erinnern die *Phoenicopteridae* durch gewisse oologische und myologische Besonderheiten, sowie durch den Propatagialis brevis; sogar zu den *Colymbidae* werden Beziehungen hergestellt durch den Tarso-Metatarsus von *Palaelodus* und den M. latissimus dorsi metapatagialis von *Phoenicopterus*.

Unter allen diesen Beziehungen sind aber diejenigen zu den *Pelargo-Herodii* die bedeutungsvollsten, und zwar weisen in erster Linie unter dieser Gruppe die *Hemiglottides* und dann an 2. Stelle die *Ardeidae* die größte Fülle von Berührungspunkten auf, während die *Ciconiidae*

und wahrscheinlich auch die *Scopidae* und *Balaenicipidae* sich etwas weiter von ihnen entfernen. Die Beziehungen der *Phoenicopteridae* zu den *Anseres* kommen erst in 2. Linie in Betracht; allerdings sind dieselben so ausgeprägte und wichtige, dass sie einer Berücksichtigung bedürfen, und F. kann deshalb dieselben nicht allein als sekundäre Konvergenz-Analogien auffassen, sondern die Mehrzahl derselben dürften sich nur durch die Annahme einer wirklich bestehenden Verwandtschaft erklären lassen. Die Uebereinstimmungen endlich, welche die in Rede stehende Gruppe mit den *Palamedeidae*, *Steganopodes* und *Colymbidae* in gewissen Merkmalen zeigt, sind dagegen ohne tiefere Bedeutung.

Die *Phoenicopteridae* dürften demnach nach F.s Ansicht (die mit der von Weldon in der Hauptsache sich deckt) nicht ohne weiteres den *Anseres* oder den *Pelargo-Herodii* (*Gressores*) einzureihen sein, sondern sie nehmen zwischen beiden Abteilungen eine mehr selbständige Stellung in der Weise ein, dass sie zu den letzteren eine intimere Verwandtschaft als zu den ersteren zeigen, wobei sie zugleich in ihrer Differenzierungshöhe den höheren Formen der *Anseres* und den tieferen bis mittelhohen der *Pelargi-Herodii* ungefähr gleichkommen.

14. *Pelargo-Herodii.*

Sie sind eine ansehnliche Gruppe von einerseits ziemlich divergent gebauten desmognathen Schreitvögeln, die andrerseits aber wieder durch eine Mehrzahl durchgreifender Merkmale zusammengehalten werden. Sie bewohnen die ganze Erde, leben in der Nähe des Wassers, bevorzugen jedoch die binnenländischen Gewässer. Die Verteilung ihrer Unterabteilungen ist folgende: die *Ardeidae* s. *Herodii* (über 70 Arten) finden sich in allen Kontinenten und Breiten, die *Hemiglottides* s. *Plataleidae* s. *Ibidae* (ca. 30 Arten) bewohnen vorzugsweise die wärmeren Gegenden mit Ausnahme der pazifischen und neuseeländischen Subregion, die *Ciconiidae* s. *Pelargi* (20 Arten) beschränken sich in der Hauptsache auf die alte Welt (ausgenommen Neuseeland und Polynesien), greifen aber mit einigen Vertretern in die neotropische und auch in den Süden der nearktischen Region über, das Vaterland der *Scopidae* bildet Aethiopien und Madagaskar, das der *Balaenicipidae* das Gebiet am obern Nil.

Die ersten paläontologischen Funde dieser Gruppe stammen aus dem Pariser Gips, es sind dies wahrscheinlich Reste von *Ibis* und *Ardea*. Häufigere und auch zuverlässigere Funde existieren aus dem Miocän (nämlich Reste von *Ibis*, *Ibidopodia* Milne Edwards, *Pelargopsis* Milne Edwards, *Ardea*, *Argala* etc.). Im Pliocän erscheint dann auch *Ciconia alba*. Ein jetzt nicht mehr existierender *Nycticorax* (*megalocephalus*) auf Rodriguez wurde erst in der Mitte des

vorigen Jahrhunderts durch den Menschen ausgerottet (Milne Edwards).

Die Stellungen, welche den *Pelargo-Herodii* in dem Systeme der Vögel von den verschiedenen Autoren angewiesen worden sind, weichen ganz außerordentlich von einander ab. Es ist dies daraus zu erklären, dass die Ansichten über die Einheit und Grenze dieser Gruppe weit auseinander gehen, ja viele Forscher diese Gruppe aufgelöst und den einzelnen Gliedern dann ganz heterogene Plätze im System angewiesen haben. Im folgenden seien diese Verhältnisse kurz näher erörtert.

1. Mit den *Gruidae* wurden die *Pelargo-Herodii* verbunden durch Linné, Brisson, Owen.
2. Mit *Phoenicopterus* und *Eurypyga* zu der *Tribus Hygrobatae* und *Ciconiae* der *O. Herodiones* vereinigte sie Bonaparte 1855. (Er teilte sie in 6 Familien ein: *Tantalidae* (mit *Tantalus, Ibis* und *Endocimus*), *Plataleidae*, *Scopidae*, *Cancromidae* (incl. *Balaeniceps*), *Ardeidae*, *Ciconiidae* (mit *Ciconia* und *Anastomus*).
3. Cuvier fasste die *Ardeidae* und *Ciconiidae* (eingeschlossen *Scopus*, *Platalea* und *Dromas*) mit den *Gruidae*, *Aramidae* und *Eurypygidae* zu den *Grallae Cultirostres* zusammen, *Ibis* dagegen reihte er in die *Scolopaeidae* ein.
4. Illiger aber brachte zusammen *Platalae* mit *Phoenicopterus*, *Recurvirostra* und *Cursorins* zu den *Hygrobatae*, *Tantalus* und *Ibis* zu den *Falcati*, *Anastomus*, *Scopus*, *Ardea* und *Ciconia* mit *Eurypyga* und *Grus* zu den *Herodii*.
5. Kaup wieder vereinigte *Ardea*, *Ciconia* und *Tantalus* mit *Phoenicopterus* und *Grus* zu den *Grallae Cultirostres* s. *Ardeae*, *Ibis* mit mehreren *Limicolae* zu den *Grallae Longirostres*.
6. Reichenbach brachte *Anastomus* (mit *Dromas*) zusammen mit den (vorwiegend limikolen) *Grallae Subnatatores*, die *Ibididae* mit den (limikolen) *Grallae Longirostres*; dagegen vereinigt er die *Ciconiidae* (inkl. *Cancroma* und *Scopus*), *Ardeidae* (inkl. *Psophia*), *Botauridae* und *Plataleidae* zu den *Grallae Magnirostres*.
7. Andrerseits repräsentieren sie mit den *Phoenicopteridae*, *Dromades*, *Grues* und *Arami* die *O. Herodiae* nach Fitzinger (und zwar sind es 5 Familien: *Ardeae* (inkl. *Eurypyga* und *Scopus*), *Cancromae* (inkl. *Balaeniceps*), *Ciconiae*, *Tantali* (inkl. *Ibis*) *Plataleae*.
8. Gervais rechnete die *Ciconiidae*, *Ardeidae* und *Balaeniceps* zu den *Gruidae*, *Psophiae* zu den *Herodii*, reihte dagegen *Ibis* und *Platalea* mit *Otis* und *Aramus* in die *Limicolae* ein.
9. Nach Eyton bilden die *Plataleinae*, *Ardeinae* (inkl. *Eurypyga*) und *Ciconiinae* mit den *Phoenicopterinae*, *Gruinae*, *Cariaminae*

und *Psophiinae* die *Ardeidae*, dagegen gehört *Tantalus* oder *Ibis* mit *Numenius* zu den *Tantalinae* der *Scolopacidae*.

10. Die *SO. Herodiones* der *Grallae* stellen sie in Gemeinschaft der *Dromadidae*, *Aramidae*, *Gruidae* und *Psophiidae* dar nach der Ansicht Des Murs. (Er unterscheidet 6 Tribus: *Balaenicipidae*, *Plataleidae*, *Tantalidae* (mit *Ibis*), *Ardeidae*, *Cancromidae* und *Ciconiidae*).
11. Nach Forbes und Beddard bildet der Hauptstamm die *O. Herodiones* der *Grallae* (vermutlich zerfällt derselbe in die 3 Familien der *Ardeidae*, *Scopidae* und *Ciconiidae*), die *Plataleidae* (*Ibis* und *Platalea*) gehören dagegen zu den *Pluviales*.
12. Mit den *Dromadidae* die *Tr. Ciconiae* der *O. Herodiones* bilden sie nach Bonaparte 1854.
13. Als eine oder mehrere Abteilungen (Familien, Sektionen etc.) der *Grallae* sieht sie an Brisson (4 Familien), Nitzsch 1829 (2 Familien: *Herodii* und *Pelargi*), Swainson [2 Familien: *Tantalidae* (*Anastomus, Tantalus, Ibis, Aramuis*) und *Ardaeidae* (*Scopus*, *Haematopus*, *Platalea*, *Ciconia*, *Cancroma*, *Ardea*)], Nitzsch 1840 (3 Familien: *Hemiglottides, Pelargi* und *Erodii*), De Selys 1842 (*Grallae Ambulatores* mit den beiden Sektionen der *Cultrirostres* (*Tantalidae*, *Ciconiidae*, *Ardeidae*) und *Latirostres* (*Cancromidae*, *Plataleidae* (1879 bildete aber derselbe Forscher aus *Scopus* und *Balaeniceps* eine Familie); als Unterabteilungen der *Grallae* betrachtete die *Pelargo-Herodii* ferner Sundevall 1844 (2 Familien: *Herodii* und *Pelargi*), Burmeister (*Grallae Aquosae* mit den *Ciconiidae* (inkl. *Ibis* und *Platalea*) und *Ardeidae*), Lilljeborg (2 Familien: *Ardeidae* und *Ciconiidae*), Sundevall 1872 (*Grallae Altinares* und *Pelargi* und *Herodii*), Gray (4 Familien: *Tantalidae*, *Plataleidae*, *Ciconiidae*, *Ardeidae*), Wallace (3 Familien: *Ciconiidae*, *Plataleidae* und *Ardeidae*).
14. Mit den *Phoenicopteridae* zu den *Erodiones* PA., (*Herodiones* Sclater) u. Salv., *Gressores* Reichenow verbunden wurden sie von Parker (4 Familien: *Ibidinae*, *Ciconiinae*, *Scopinae* und *Ardeinae*), Sclater und Salvin, Reichenow (5 Familien: *Ibidae*, *Ciconiidae*, *Scopidae*, *Balaenicipidae*, *Ardeidae*), Brehm.
15. Als repräsentierend die *Pelargomorphae* der Desmognathae betrachtet sie Huxley (3 Gruppen: *Hemiglottides*, *Pelargi* und *Herodii*).
16. Als die *O. Ciconiae* s. *Herodiones* sieht sie an Carus (4 Familien: *Hemiglottides*, *Ciconiidae*, *Scopidae*, *Ardeidae*), Sclater (3 Familien: *Plataleidae*, *Ciconiidae* und *Ardeidae*), Newton (3 Subordines: *Ardeae*, *Ciconiae* und *Platalea*).

17. Eine Familie (*Ciconiidae*) stellen sie dar nach der Ansicht von Milne Edwards und Grandidier.

18. L'Herminier dagegen vereinigt die *Ardeidae*, *Ciconiidae* und *Scopidae* zu den *Herodiones*, *Ibis* und *Plateala* aber zu einer besonderen Familie.

19. Sie stellen dar die 2 Ordnungen der *Ciconiidae* (inkl. *Tantalus*, *Platalea*, *Ibis*, *Scopus*) und *Ardeidae* (inkl. *Cancroma* und wahrscheinlich *Balaeniceps*) nach Milne Edwards.

20. Dagegen ist Sundevall 1872 der Ansicht, dass sie die beiden Cohorten der *Pelargi* (4 Familien: *Plataleidae*, *Ciconiidae*, *Ibidae* und *Scopidae*) und *Herodii* bilden.

21. Auch Garrod ist ähnlicher Ansicht: sie repräsentieren die beiden Cosorten *Pelargi* und *Herodiones* der *Ciconiiformes* (jedoch wahrscheinlich unter Ausschluss der *Hemiglottides*).

22. Gadow endlich stellt die *Pelargi* zwischen die *Orthocoela* und *Cycloecoela Hologyri*, die *Herodii* zu den *Orthocoela*.

Von den Verwandtschaften der *Pelargo-Herodii* zu den anderen Abteilungen der Vögel wurde auf diejenigen zwischen ihnen und den *Palamedeidae* und *Phoenicopteridae* schon früher hingewiesen und auch betont, dass zwischen beiden Gruppen verwandtschaftliche Verhältnisse und sogar mit den *Phoenicopteridae* relativ recht innige nachweisbar sind. Mit Hilfe der *Palamedeidae* sind auch indirekte — aber nicht intime — Beziehungen der *Pelargo-Herodii* zu den *Anseres* ohne Schwierigkeit festzustellen. Ueber die Verwandtschaft der in Rede stehenden Gruppe mit den *Alectorides*, insbesondere mit den *Eurypygidae* soll bei den betreffenden Familien des nähern mitgeteilt werden, die Relationen zu den *Steganopodes* wurden dagegen früher schon kurz berührt, ebenso wurde bei der Beurteilung der systematischen Stellung der *Tubinares* auf die von Garrod und Forbes konstatierte Verwandtschaft der *Tubinares*, *Steganopodes*, *Pelargi* und *Accipitres* eingegangen, F. bemerkt aber an dieser Stelle noch, dass er durch seine Untersuchung die Ueberzeugung gewann, dass gewisse genetische Beziehungen zwischen den *Tubinares* und *Steganopodes* wohl existieren, hinsichtlich der Verwandtschaft aber der *Pelargo-Herodii* mit den *Steganopodes*, *Tubinares* und *Accipitres* kommt er zu folgendem Resultate. Mit den *Steganopodes* giebt es ganz unverkennbar sehr zahlreiche Berührungspunkte. Es sei hier nur hingewiesen auf die gleiche Tendenz zur Pneumatizität, welche den größeren Formen beider Abteilungen eigentümlich ist, ferner auf die Uebereinstimmungen in dem pteryletischen Verhalten, auf mehrere Schädelverhältnisse, auf das Verhalten des Coracoids (in erster Linie nach Dimension, Wechsel des Proc. procoracoides, Proc. lateralis posterior und des For. supracoracoideum), die Vereinigung der Clavicula mit dem primären Brust-

gürtel, die Dimensionen der Furcula und die Verbindung ihres sternalen Endes mit der Crista sterna, das Verhalten des Xiphosternum, die sternale Krümmung und die Abnahme der Höhe der Crista, die mannigfachen, zum Teil ganz überraschenden Aehnlichkeiten in der Ausbildung der Mm. serrati, pectoralis thoracius, pectoralis abdominalis, supracoracoideus, coraco-brachialis anterior, coraco-brachialis posterior, biceps brachii, latissimus dorsi, deltoides major, scapulohumeralis anterior, supcoracoscapularis, anconaeus scapularis und humeralis und des Propatagialis brevis; ferner prägen sich Uebereinstimmungen aus in der Zahl der Pectenfalten, in der Gestalt der Zunge, der Anordnung des Kropfes, des Muskelmagens und des Pylorusanhanges, sowie in der beträchtlichen Rückbildung der Caeca, der hohen Ausbildung der Darmlänge, der geringen Entwicklung der Syrinx-Muskulatur etc. Mögen auch einige dieser gemeinsamen Merkmale (z. B. die Pneumatizität, sternale Krümmung, Spaltung des M. pectoralis thoracicus, Rückbildung der Mm. pectoralis abdominalis etc.) nur sekundär erworbene und infolge dessen nur für Konvergenz-Analogien beweiskräftig sein, so bleiben doch genug Uebereinstimmungen übrig, welche die nahen genetischen Beziehungen beider Gruppen unzweifelhaft dokumentieren. Daneben auftretende Abweichungen derselben unter einander sind meist sekundärer Natur und durch die heterogene Anpassung während der langen Lebensgeschichte beider Stämme erklärbar. Weil aber sowohl die *Steganopodes* als auch die *Pelargo-Herodii* relativ hoch spezialisierte Typen repräsentieren, so existierte jedenfalls in einer ziemlich frühen geologischen Zeit die gemeinsame Wurzel beider. Die Entscheidung darüber, welche von beiden Gruppen die höher entwickelte ist, lässt sich nicht ohne weiteres fällen, nur soviel steht fest, dass die *Steganopodes* in der Ausbildung des Flugapparates und des Digestionssystems obenan stehen, während andrerseits die *Pelargi-Herodii* durch höhere Intelligenz etc. sich auszeichneten.

(22. Stück folgt.)

H. C. E. Zacharias (London), Die Phylogenie der Kopfschilder bei den Boiden.

Zoolog. Jahrbücher, Abteilung für Systematik etc., p. 56. 90, T. 7—10, X, 1897.

Nachdem schon Tornier in seinem großen Werke „Die Kriechtiere Deutsch-Ostafrikas“ bei verschiedenen Gelegenheiten den Versuch gemacht hat, in die oft äußerst schwierigen Verhältnisse der Phylogenese der Reptilien-Kopfschilder in manchen Fällen Klarheit zu bringen, liegt uns nun in der Arbeit von Zacharias das erstemal ein diesen Fragen ausschließlich gewidmetes Werk vor. Es mag die Abneigung früherer Autoren, sich mit diesem, gewiss nicht uninteressanten Thema zu befassen,

vielleicht darin begründet sein, dass die Herpetologen der rein systematischen Richtung die Lösung dieser Aufgaben als nicht in den Bereich ihrer Thätigkeit fallend ansahen, während die Anatomen, Histologen und Embryologen sie für rein systematischer Natur halten mochten. Thatsache ist aber, dass denkende Systematiker der neueren Zeit, ohne gerade speziell über die Phylogenese der Reptilienkopfschilder zu schreiben, bereits vielfach über gewisse Fragen vollständig im Klaren sind; wer z. B. Boulenger's Schlangenkatalog mit Bezug darauf aufmerksam durchliest, der wird stets gewiss überall sehen, wie genau der Verfasser die Verschmelzungs- und Zerspaltungsvorgänge, die Rückbildungen u. s. w. als solche in allen Fällen erkannt hat.

Was nun die Arbeit von Zacharias anbelangt, so stellt sie sich als ein Produkt außerordentlichen Fleißes dar und die eingeschlagene Methode, die ursprüngliche Zahl der Oberlippenschilder ausfindig zu machen, muss entschieden als mustergiltig bezeichnet werden. Die Zahl 16 als die primitivste für die Riesenschlangen darf wohl auf Grund der äußerst genauen Untersuchungen von Zacharias mit großer Sicherheit als richtig angenommen werden.

Das Werk ist mit zahlreichen Abbildungen auf 4 Tafeln geschmückt, Ansichten von 57 Boidenköpfen aus den Sammlungen von Berlin, Hamburg und London darstellend, die ebenso viele Arten repräsentieren und von Ed. Rübsaamen mit äußerster Genauigkeit gezeichnet sind.

Es sei jedoch dem Ref. gestattet, zu den Ergebnissen des Verfassers im Allgemeinen einige Einwände zu machen.

Wenn der Verf. es für so unwahrscheinlich findet, dass bei den Eidechsen die Bedeckung des Kopfes mit kleinen Schuppen und Schildchen primär, bei den Schlangen dagegen sekundär sein soll, so ist darauf Folgendes zu bemerken.

1. Wenn die Schlangen direkt von solchen Eidechsen ableitbar sein würden, deren Kopf mit kleinen Schuppen bedeckt ist (was aber ebenso wenig bewiesen, aber noch weniger erschlossen werden kann als der andere Fall), so wäre es allerdings höchst merkwürdig, ja geradezu rätselhaft, dass die großen Kopfschilder (wie sie Zacharias auf der Taf. 10 Fig. 59 abbildet) so sehr denen mancher Eidechsen gleichen; und es müssten also in diesem Falle die Kopfschilder der Schlangen selbständig entstanden sein, und wären mit den entsprechenden der Eidechsen eben nicht mehr homolog (wenn man nicht eben überhaupt Hautgebilde, die auf derselben Stelle des Kopfes vorkommen, als homolog bezeichnen will — dann ist aber auch das Nasenhorn des *Rhinozeros*, der *Vipera ammodytes*, der *Ceratophora*, des *Chamaeleon owenii*, des *Rhinoderma*, bei *Megalophrys-*, *Ceratophrys-*, *Ixalus-*, *Bufo-* u. a. Anuren-Arten homolog. Wenn wir aber annehmen, dass die Schlangen bereits von Eidechsenformen mit Kopfschildern abstammen, dann ist die Uebereinstimmung beider nicht mehr unerklärlich.

2. Es ist doch zweifellos, dass durch Rückbildung- sekundär Erscheinungen zu Tage treten können, die primären äußerst ähnlich sind; wir kennen unter den Insekten Formen, die primär ungeflügelt sind und ebenso solche, bei denen die Flügel sekundär rückgebildet sind; die Wirbeltiere stammen wohl sicher von extremitätlosen Formen ab und extremitätenlose Formen finden wir wieder unter Schlangen, Eidechsen, Batrachiern;

wir wissen, dass bei der Regeneration des Eidechsenschwanzes sogar ontogenetisch alte Charaktere wieder zum Vorschein kommen; und gerade bei den Schlangen sollte eine solche Rückkehr zur ursprünglichen Kopfbeschuppung der Eidechsen [1]) im höchsten Grade unwahrscheinlich sein?

Der Ref. gedenkt in einer noch in diesem Jahre erscheinenden Arbeit den Nachweis zu führen, dass gerade die von Zacharias als jüngste angesehene Kopfbeschilderung der Boiden die älteste ist, dass sich aus ihr durch Zerspaltung schließlich die Kopfbeschuppung von *Boa* ergiebt; und er kann diesen Nachweis aus der Ontogenie der Pythonen liefern, indem bei jungen Exemplaren von *Python molurus, regius, reticulatus* und *spilotes* eine Auflösung gewisser großer Kopfschilder in kleine Stücke, sowie eine Abspaltung kleiner Schildchen am Rande, im Laufe weniger Monate konstatiert werden kann; und dasselbe ist auch bei *Tropidonotus, Zamenis* und *Vipera* der Fall.

Es wäre übrigens undenkbar, dass in der Ordnung der Schlangen nicht weniger als sechsmal, aus Formen mit beschupptem Kopfe stets ganz genau entsprechende Formen mit derselben Anzahl und Lage von Kopfschildern hervorgegangen sein sollten! nämlich bei den Boiden *(Boa)*, bei den Colubrinen (mehrmals teilweise, z. B. *Zamenis diadema arenarius, microlepis*); Homalopsinen *(Hipistes)*, Acrochordinen (*Acrochordus, Chersydrus)*, Viperinen (*Echis, Cerastes, Atheris)* und Crotalinen *(Crotalus, Lachesis)*.

Ferner ist es eine ganz irrige Auffassung, wenn Verf. Kopfschilder von *Epicrates cenchris* und *Liasis* in Vergleich zieht. Bei einem solchen Abstand im System lässt sich ein Vergleich nicht mehr so ohne weiters bewerkstelligen. Ein *Liasis*-Frontale lässt sich mit einem *Python*- oder *Nardoa*-Frontale direkt vergleichen, aber kein Mensch, den Verf. nicht ausgenommen, weiß, wieviel bei der phylogenetischen Entwicklung der Boiden zu dem *Liasis*-Frontale dazu gekommen ist, durch Verwachsen kleiner Stücke anderer Schilder, wieviel an anderer Seite abgespalten wurde! Bei den Boiden gehen, sobald sie einmal das von Zacharias als „Optimum" in der Phylogenese überschritten haben, auch ontogenetisch fortwährende Veränderungen vor sich, von denen man beim Untersuchen konservierten Materials allein allerdings keinen Begriff bekommt; und da diese Veränderungen meist ganz individuell sind, auch bei dem einen Exemplare langsamer oder fast unmerklich, bei einem anderen derselben Art sehr schnell, in wenigen Monaten vor sich gehen können, so kann man leicht daraus ermessen, wie viel größer die Mannigfaltigkeit der Schilder- und Schuppenkombinationen ist, als der Verfasser auf Grund seines, was die Zahl der untersuchten Arten anbelangt, sehr reichen, was aber die Individuenzahl anbelangt, noch immer ungenügenden Materials ermessen konnte.

Nach Zacharias sollte er nur Verschmelzungen von Schildern und Schuppen geben; die Beobachtung lebender Schlangen durch längere Zeit lehrt uns, dass die Spaltung der großen Kopfschilder in kleinere Stücke nicht nur ebenfalls zu beobachten ist, sondern sogar weit häufiger auftritt. Wir müssen in Anbetracht, dass 1. die Ontogenie für die Annahme

1) wie wir sie bei Rhynchocephalen, Chamaeleonten, Geckoniden u. a. [illegible]är, bei *Lialis* aber, unter den Pygopodiden schon sekundär finden!

spricht, die Entwicklung des Boidenkopfschildes geschehe durch die Spaltung der großen Kopfschilder des Boiden-„Optimums“ nicht durch die Verschmelzung der kleinen der „Missimums“; dass 2. die Richtigkeit der Zacharias'schen Theorie für die Boiden angenommen, aber nicht zugegeben, ein direkt entgegensätzliches Verhalten bei Colubriden und Vtperiden zu beobachten ist; dass man, 3. wenn auch dieses Verhalten im Sinne von Zacharias auslegen wollte (was übrigens auch wieder mit der Ontogenie im Widerspruch stehen würde) die höchst unwahrscheinliche mindestens siebenmalige selbständige Entstehung der Zahl und Lage vollkommen gleicher Kopfschilder annehmen müsste, sind die Folgerungen des Verf. soweit sie nicht die Supralabialia betreffen, als unrichtig zu betrachten; der Entwicklungsgang der Boidenpholidose geht ebenso vor sich wie derjenige der anderen Schlangenfamilien.

Die Anzahl der sogenannten „primären“ Sublabialia, Rostralia, Internasalia, Nasalia, Frontalia anteriora und posteriora und Parietalia ist daher auch ganz und gar „individuell“ inkonstant und bedeutungslos, wenn sie eine gewisse Größe übersteigt und Homologisierungsversuche dann von sehr zweifelhaftem Werte. Wie weit eine solche Homologisierung gehen darf und wie sich überhaupt die Phylogenese der Schlangenkopfschilder darstellt, dies auseinanderzusetzen, wird die Aufgabe der erwähnten Arbeit des Ref. sein. Jedenfalls ist die schöne Abhandlung des Verf. trotz des hier berührten Fehlers in der Anlage von großem Interesse, schon als erster Schritt auf einem neuen Gebiete. [98]

Dr. Franz Werner.

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte

des Deutschen naturw.-mediz. Vereines für Böhmen „Lotos“, 1896, Nr. 8.

R. v. Wettstein, Ueber ein subfossiles Vorkommen von *Trapa natans* in Böhmen.

Zu den wichtigsten Aufgaben der Pflanzengeographie gehört gegenwärtig zweifellos die Sammlung aller Daten, welche Anhaltspunkte für die Feststellung von klimatischen und topographischen Veränderungen auf der Erdoberfläche während der jüngsten Epochen abgeben. Für Europa kommt diesbezüglich insbesondere der Zeitabschnitt seit Beginn der posttertiären Eiszeiten in Betracht. Die letzten Jahrzehnte haben uns mit einer großen Zahl derartiger Daten bekannt gemacht; am weitesten sind die bezüglichen Forschungen zweifellos in Skandinavien gediehen[1]). Aus der großen Zahl gewonnener Erkenntnisse ragen neben den Ergebnissen der Gacialgeologie durch ihre Wichtigkeit für die Pflanzengeographie insbesondere zwei hervor, nämlich die Konstatierung zweier Epochen mit relativ mildem, von der Gegenwart insbesondere durch höhere Temperatur verschiedenem Klima. Von diesen Epochen ist

---

1) Vergl. die eben erschienene Abhandlung: G. Andersson, Die Geschichte der Vegetation Schwedens (Engler's Jahrb., XXII, Bd. III, Heft 1896) und die darin citierte Litteratur.

die eine in eine der Interglacialzeiten[1]), die zweite in die postglaciale Zeit zu verlegen. Die Existenz der zweiten geht u. a. mit viel Wahrscheinlichkeit aus dem Verhalten vieler östlicher und südöstlicher Pflanzen hervor, die noch vor nicht zu langer Zeit in Mitteleuropa eine größere Verbreitung hatten und gegenwärtig schon ausgestorben oder im Aussterben begriffen sind. Zu diesen Pflanzen gehört *Trapa natans*. Die Pflanze ist gegenwärtig im mediterranen und pontischen Florengebiete Europas verbreitet und häufig, außerhalb dieses Gebietes findet sie sich selten und sporadisch, noch relativ häufiger in den Ländern an der Grenze zwischen dem pontischen und baltischen Florengebiete, in denen pontische Inseln sich finden, so in Mähren[2]), Böhmen[3]), Schlesien[4]), sie fehlt der Schweiz nördlich der Alpen, sie findet sich sehr zerstreut im Deutschen Reiche[5]), nur an einem Standorte in Schweden (Skåne, Immelsee), sie fehlt in Belgien, Holland, England. Dagegen sind nicht wenige Standorte bekannt, an denen die Pflanze noch in historischer Zeit existierte[6]), woraus sich direkt ergiebt, dass die Pflanze heute in Mitteleuropa im Schwinden ist. Der Grund dieses Aussterbens liegt zweifellos in einem Rauherwerden des Klimas, mag nun die größere Verbreitung in früherer Zeit auf Anpflanzung durch den Menschen[7]) oder durch Verschleppung seitens gewisser Tiere erfolgt sein.

Den besten Beweis für die ehemalige weite Verbreitung der Wassernuss in Mitteleuropa liefern aber die zahlreichen Vorkommnisse, an denen die charakteristischen Früchte in fossilem oder halbfossilem Zustande aufgefunden wurden, die *Trapa natans* geradezu als eine Charakterpflanze für eine gewisse Zeit der Quartärperiode erscheinen lassen. Die Früchte gehören zu den Funden, die zugleich mit der Auffindung von Pfahlbauresten in der Schweiz gemacht werden[8]). In Westpreußen, wo *Trapa natans* heute fehlt, sind bereits 14 ver-

---

1) Vergl. z. B. R. v. Wettstein, Die fossile Flora von Höttinger Breccie. Denkschr. d. kais. Akad., Wien 1892. — C. A. Weber, Ueber die diluviale Vegetation von Klinge und ihre Herkunft. Engler's Bot. Jahrb., Bd. XVII, Beiblatt. — Derselbe, Ueber die diluviale Flora von Fahrenkrug in Holstein a. a. O., Bd. XVIII, Beiblatt. — A. Nehring, Ueber Wirbeltierreste von Klinge. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc., Jahrg. 1895, S. 183. — A. Baltzer, Beiträge zur Kenntnis der interglacialen Ablagerungen, a. a. O. 1896.

2) Vergl. Oborny, Flora von Mähren, II, S. 827.

3) Vergl. Čelakovsky, Prodrom. einer Flora von Böhmen, S. 555 u. 884.

4) Vergl. Fick, Flora von Schlesien, S. 155.

5) Vergl. Garcke, Flora von Deutschland, 17. Aufl., S. 214. — H. Conwentz im XVI. Bericht üb. d. westpreuß. Provinz.-Museum, S. 214, (1895).

6) „Früher bei Rheinfelden, Roggwil, Elgg" Gremli Excurs. — Fl. f. d. Schweiz, 8. Aufl., S. 179 (1896). — „In Holland, wo sie noch im vorigen Jahrhundert vorkam, findet sie sich nicht mehr. In Belgien sucht man sie nach Crepin an mehreren Orten, wo sie ehemals gefunden wurde, gegenwärtig vergebens" Jaeggi, Die Wassernuss, 1883. — „Sehr zerstreut und im Schwinden begriffen". Garcke a. a. O. — „Bei Brünn, wo sie sich früher häufig fand, wächst sie längst nicht mehr". Oborny a. a. O. — „Ehemals häufiger als jetzt". Neilreich, Flora von Nied.-Oesterr., S. 879 etc.

7) Jaeggi, Die Wassernuss, S. 31, (1883).

8) Vergl. Jaeggi a. a. O., Gremli a. a. O.; ferner: Neue Beiträge zur Flora der Schweiz, IV. Heft, S. 8.

schiedene Oertlichkeiten nachgewiesen worden, an denen die Pflanze ehedem, teilweise massenhaft, gewachsen ist[1]); auch in Ostpreußen finden sich an mehreren Stellen Anhäufungen fossiler Früchte. In Schweden wurden die Früchte fossil an 16 Stellen[2]), im südlichen Finnland an 4 Stellen[3]), in den Torfmooren der cimbrischen Halbinsel und der dänischen Inseln an 6 Stellen[4]) gefunden. In Schweden unterscheidet G. Andersson[5]) auf Grund umfassender eigener und fremder Untersuchungen in den Ablagerungen der Quartärzeit 5 Zonen, die Dryas-, Birken-, Kiefern-, Eichen- und Fichtenzone; fossile *Trapa*-Früchte fanden sich ausschließlich, aber häufig in der Eichenzone, also in jener, die dem relativ wärmsten Klima entspricht[6]).

Herr Dr. V. Patzelt in Brüx in Nordböhmen machte mich im Laufe des vergangenen Sommers darauf aufmerksam, dass in dem Becken des ehemaligen Kummerner Sees nördlich von Brüx häufig *Trapa*-Früchte gefunden werden und im November d. J. hatte ich Gelegenheit, unter Führung des genannten Herrn die Fundstelle selbst zu besuchen. Da es sich hier um ein subfossiles Vorkommen der *Trapa* handelt, das den Vorkommnissen in der Schweiz und in Schweden, Dänemark, Finnland und Preußen ganz analog ist, das in Folge der in geographischen Lage des Fundortes jene Vorkommnisse in gewissem Sinne verbindet, dürfte eine ausführlichere Mitteilung über dasselbe nicht überflüssig sein.

Bis zum Beginne des 19. Jahrhunderts[7]) breitete sich am Südfuße des Erzgebirges nördlich von Brüx ein ausgedehnter See aus, an dessen Südufer das damalige Fischerdorf Kummern lag. In den 30er Jahren dieses Jahrhunderts wurde der See entwässert, einzelne kleinere Teiche, ausgedehnte sumpfige Flächen stellen heute noch die letzten Reste des Sees dar. Im ehemaligen Seebecken wird nun in Tagbauen Braunkohle gewonnen und diese Tagbaue haben auf große Strecken hin Durchschnitte durch den Seeboden ergeben, welche einerseits den Aufbau desselben klarlegen, andrerseits zu mannigfachen anthropologischen und botanischen Funden führten.

Auf eine oberflächliche Humusschichte von geringer Mächtigkeit (0,2 bis 0,4 m) folgt eine stellenweise sehr mächtige Ablagerung des ehemaligen Sees.

---

1) Vergl. Conwentz im XVI. Berichte des westpreuß. Provinz.-Museums, S. 25, (1895).

2) Vergl. Nathorst, Om *Trapa natans* hofondsakligen angående dess förekomst inom Sverige, Botan. Notiser 1884, p. 84. — Untersuchungen über das frühere Vorkommen der Wassernuss, *Trapa natans*. Botan. Centralblatt, Bd. XXVII, 1886, Nr. 10. — G. Anderson, Die Geschichte der Vegetation Skandinaviens in Engler's Jahrb., XXII. Bd., S. 469.

3) G. Anderson, Om den forntida förekomsten af sjönöten (*Trapa natans*) in Finnland. Naturen 1894.

4) Vergl. O. Andersson in Engler's Jahrb., XXII. Bd., S. 469.

5) A. a. O.

6) Es ist dies dieselbe Zone, in der sich in Schweden die ersten sicheren Spuren des Menschen finden. Diese Reste gehören der Steinzeit an, was ich hier mit Rücksicht auf die noch zu erwähnenden, mit den *Trapa*-Früchten gleichalterigen Funde in Böhmen hervorhebe.

7) Vergl. L. Schlesinger, Geschichte des Kummerner-Sees bei Brüx. Festschr. d. Vereines f. Gesch. d. Deutsch. in Böhmen, 1871, S. 28.

Dieselbe erreicht eine Maximalhöhe von 5,5 m. Sie besteht aus einer im frischen Zustande graubraunen, befeuchtet sehr weichen lehmartigen Masse, die in großer Menge organische Reste enthält, darunter in erster Linie Diatomaceen, Pollenkörner, Samen von Phanerogamen, Rhizom-, Stengel- und Blattstücke. Eingetrocknet nimmt dieser Lehm eine weißgraue Farbe an. Unterhalb dieser Ablagerung folgt Sand in wechselnder Mächtigkeit (0,5—1,5 m), der nach unten mit schwachen Braunkohlenlagern wechselt und endlich in das sehr mächtige tertiäre Braunkohlenlager übergeht. Der unterste Teil der See-Ablagerung bot anthropologische Funde in großer Menge, insbesondere sind aus den Funden geschliffene Feuerstein-Werkzeuge, ferner sehr primitiv gearbeitete Boote hervorzuheben. In den oberen Schichten wurden Reste aus jüngerer Zeit, Eisenwerkzeuge, Waffen u. dergl. gefunden. Der unterste Teil der Ablagerung beherbergt insbesondere auch in großer Menge wohlerhaltene Früchte von *Trapa natans*.

Was das Alter dieser Früchte anbelangt, so ist zu erwägen, ob sie, was direkt aus ihrer Lagerung hervorgehen würde, der ältesten Ablagerung des Sees angehören und somit den zusammen mit ihnen vorkommenden neolithischen anthropologischen Funden gleichalterig sind, oder ob sie später zur Ablagerung kamen und erst allmählich zufolge ihres Gewichtes durch den lange Zeit hindurch weichen Seeschlamm auf den Grund der Ablagerung herabsanken. Ich möchte mich für die erstere Alternative entscheiden, da es mir unmöglich erscheint, dass eine Seeablagerung von 5 Meter Mächtigkeit jenen Grad der Weichheit erhält, der das Durchdringen von so leichten Gegenständen, wie die *Trapa*-Fruchtschalen sind, veranlasst. Wir haben demnach in den *Trapa*-Früchten des Kummerner Seebeckens Reste eines weit zurückreichenden Vorkommens der Wassernuss, das mit den mehrfach erwähnten schwedischen und schweizer Vorkommnissen ungefähr gleichalterig sein könnte.

Was speziell die Beziehungen dieses subfossilen Vorkommens von *Trapa* zu der heutigen Verbreitung der Art in Böhmen anbelangt, so ist zu bemerken, dass *Trapa natans* sich in Böhmen genau so verhält wie in den anderen oben erwähnten Ländern. Heute findet sich die Pflanze nach Čelakovsky[1]) an folgenden Standorten: Ovčarer Teich bei Časlau, Pardubic, Kostelec a. d. Adler, Jaroměř, Landskron, Holic, Chrudim, Frauenberg, Neuhaus; also mit Ausnahme der zwei letzterwähnten im Süden gelegenen Standorte durchwegs im nordöstlichen Teile des Landes im Flussgebiete der Elbe, das als der wärmste, an pontischen Pflanzenelementen reichste Teil Böhmens bekannt ist. Im Nordwesten und Westen des Landes fehlt *Trapa* heute vollständig. An einigen Stellen ist die Pflanze in allerjüngster Zeit ausgestorben, so bei Hirschberg und Leipa im Norden Böhmens. Sehr interessant ist mit Rücksicht auf das ehemalige Vorkommen bei Brüx der Umstand, dass *Trapa* noch im vorigen Jahrhunderte einzelne Standorte im nordwestlichen Böhmen gehabt zu haben scheint, F. W. Schmidt giebt nämlich in seiner 1794 erschienenen Flora Boemica inchoata, Cent. III, p. 86, Tepl und Plan als Standorte an.

1) Prodromus ein. Fl. v. Böhm, S. 555, Nachtr. S. 884; ferner in den Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch., 1887, S. 666, 1890, S. 495.

Verlag von Arthur Georgi (vormals Eduard Besold) in Leipzig. — Druck der k. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVII. Band. **15. Dezember 1897.** **Nr. 24.**

Inhalt: **Lindner**, Zur Kenntnis der in den pontinischen Sümpfen hausenden Protozoën. — **Prowazek**, Amöbenstudien. — **Kopsch**, Ueber die Ei-Ablage von *Scyllium canicula* in dem Aquarium der zoologischen Station zu Rovigno. — **Fürbringer**, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane (Schluss von Nr. 23 S. 858).

Zur Kenntnis der in den pontinischen Sümpfen hausenden Protozoën.

Von **Dr. G. Lindner.**

Unter den im Blute des Menschen parasitisch und meist infektiös auftretenden niedersten Lebewesen nehmen die im Jahre 1880 von Laveran entdeckten und nachher von zahlreichen Forschern beschriebenen Hämatozoën der Malariakranken — die sogenannten Malaria-Parasiten — das ärztliche Interesse vorzugsweise in Anspruch, besonders seitdem durch das eingehende Studium ihrer biologischen Charaktere der Nachweis geführt ist, dass die typischen Erscheinungen des Krankheitsprozesses mit der Entwicklungs- und Vermehrungsweise der betreffenden Protozoën im innigsten Zusammenhange stehen.

Die Morphologie und Biologie dieser Blutparasiten sowie ihre Beziehung zum Malariaprozess sind namentlich von Dr. Mannaberg in seinem Werke über Malaria-Parasiten, Wien 1893, mit dankenswerter Gründlichkeit erörtert werden.

Der auch dem Nichtarzt interessierende Hauptinhalt dieses Buches ist folgender:

Laveran stellte zuerst fest, dass jene Mikroben einzellige tierische Lebewesen meist von scheibenartig platter, runder oder ovaler Form seien, welche in ihrer Jugendform amöboide Beweglichkeit haben, in ihren weiter entwickelten Stadien aber gewöhnlich ruhend sind und durch Zusammenfließen zuweilen halbmondförmige

Scheiben darstellen. Anfangs haben sie im Parenchym einen kleinen hellen Fleck, welcher allmählich sich vergrößert und mit schwarzen Pigmentkörnchen (Melanin) — in Folge Zersetzung des Hämoglobins durch die Lebensthätigkeit der Parasiten — sich füllt. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Malariablutes sah Laveran aus den Blutkörperchen oft ganz plötzlich mehrere lange Geißelfäden mit nachfolgenden peitschenden Bewegungen im Blute herausschlüpfen u. s. w.

Die einzelnen Parasitenformen stellen nach Mannaberg eine echte oder mehrere mit einander nahe verwandte Spezies von Zellschmarotzern dar, welche ungeachtet ihrer scheinbaren Verschiedenartigkeit eine Umwandlung in andere Formen nicht eingehen. M. schlägt für dieselben die Benennung ***Hämosporidien*** vor. — Ihre Fortpflanzung geschieht durch Sporenbildung (Sporulation). In einem einheitlichen Individuum bildet sich eine größere oder geringere Anzahl von kleinen Körperchen, deren jedes zu weiterem Wachstum und selbständigem Dasein befähigt ist.

Leider ist es bisher nicht gelungen, diese Parasiten zu züchten und in der Außenwelt nachzuweisen.

Hinsichtlich ihrer Stellung im zoologischen System sind die Ansichten einzelner Forscher etwas abweichend. Grassi und Feletti zählen sie zu den Amöben (Rhizopoden), Kruse zu den Gregarinen; Marchiafava und Celli nannten sie Plasmodien. Unter dieser Bezeichnung verstehen die Zoologen bekanntlich eine vielkernige Plasmamasse, welche durch das Zusammenfließen mehrerer Amöben gebildet wird, von denen jedes einzelne Individuum seinen Kern behält. Die Malaria-Parasiten haben aber nach Mannaberg fast ausnahmlos nur einen Kern; die Benennung „Plasmodien" ist demnach für diese Parasitenformen nicht passend. Uebrigens sind die Amöben nicht Zellschmarotzer, sondern Ektoparasiten.

Die Mehrzahl der Forscher wie Metschnikoff, Golgi, Mannaberg u. a. zählen sie zu den Sporozoën, bezw. zu den Flagellaten. Bei beiden Arten wird bekanntlich öfters ein Kopulationsvorgang (Syzygie) beobachtet, wobei sich 2 oder mehrere Individuum an einander legen und entweder vollständig, oder nur teilweise mit einander verschmelzen — das ist eine Art geschlechtlicher Vermengung der Protozoën, welche die Sporenbildung wesentlich fördert. Diese Syzygienbildung kommt nach Mannabergs Beobachtung auch den Malaria-Parasiten zu; insbesondere scheinen die Halbmondformen der perniciösen Malariafieber durch solche Verschmelzung zu entstehen.

Nach den Untersuchungen von Golgi lässt sich aus dem Blutbefunde nicht bloß die Malaria-Infektion, sondern auch der Typus und die Schwere der Anfälle diagnostizieren. Die Sporulation fällt gewöhnlich mit den Fieber-Paroxysmen zusammen und sie ist je nach dem Fiebertypus verschiedenartig. Besonders deutlich erscheint sie beim

Quartanstypus und zwar in Gänseblümchenform, während ihre Sporen beim Tertiantypus nach Art der Sonnenblume an einander gereiht sind. — Bei den perniciösen Fiebern findet man gewöhnlich noch die Halbmondformen mit ihren sphärischen und spindelförmigen Körperchen.

Die Hauptsymtome der Malaria, — die Anämie und Melanämie — werden höchstwahrscheinlich dadurch hervorgerufen, dass die Hämosporidien von den Blutkörperchen sich nähren und dass sie mittelst ihrer Stoffwechselprodukte das Hämoglobin in Melanin umwandeln. Die eminente Verminderung der roten Blutkörperchen bei Malaria haben namentlich französische Aerzte durch Zählung nachgewiesen. Je nach der verschiedenen Anhäufung der Parasiten in diesem oder jenem Organ lässt sich das eventuelle Auftreten von Hirnaffektionen, oder Neuralgien, von Knochenschmerzen, Hämoglobinurie, Brechdurchfall u. s. w. bei den Malariakranken leicht erklären.

Auch bei den Tieren, z. B. bei Fröschen, Eidechsen, Ratten und besonders bei gewissen Vögeln, Krähen, Tauben etc. hat man Blutparasiten gefunden, welche mit den Malariaparasiten des Menschen große Aehnlichkeit haben. Nach Danilewsky kann man bei den Vögeln folgende vier Formen von diesen Mikroben unterscheiden: die *Haematozoa sporozoica*, *Pseudovacuolae*, *Polymitus sanguinis avium* und *Pseudospirillae*. Die beiden ersten gleichen den jugendlichen Entwicklungsformen, die letzteren den geißeltragenden Formen der Malaria-Parasiten. Sie bewirken bei den Vögeln Milzschwellung, sowie Pigmentierung der Milz und Leber. Gegen Chinin reagieren sie jedoch fast gar nicht, während die Malaria-Parasiten des Menschen dadurch rasch getötet werden.

Die Uebertragungsversuche der echten Malaria-Schmarotzer auf gesunde Tiere sind bisher fast ausnahmslos negativ ausgefallen; dagegen ist die Krankheit durch Injektion von Malariablut von Mensch zu Mensch übertragbar.

Die Verbreitung der Krankheit erfolgt, wie allgemein angenommen wird, hauptsächlich durch Inhalation der Malarialuft; encystierte Blutparasiten müssen also zeitweise in der Athemluft suspendiert sein. Nach Grassi und Calandruccio sind es wahrscheinlich encystierte Amöben, da sie bei der Untersuchung von Sumpfwasser, Sumpfboden und vielen anderen als Malariaheerde verrufenen Oertlichkeiten immer Protozoën aus dem Genus *Amoebae* in großer Menge vorfanden.

Im Laufe des vergangenen Frühjahrs bot sich auch mir eine günstige Gelegenheit dar, das aus dem berüchtigsten Malariaheerde, — den Pontinischen Sümpfen, — stammende Schmutzwasser und die damit durchfeuchtete Erde auf ihren Gehalt an Protozoën näher zu untersuchen. Herr Major von Donat, Bataillons-Kommandeur im Hessischen Infanterie-Regimente Nr. 83 hierselbst, welcher im Monat März ds. Jrs. nach Terracina und Umgegend gereist war, hatte auf

meinen Wunsch die Güte, mir von dort zwei Flaschen mit Sumpfwasser und etwa ein Kilogramm Sumpfboden in einer Kruke direkt durch die Post zu übersenden[1]). Nach Mitteilung des genannten Herrn waren die betreffenden Objekte an drei verschiedenen Stellen der Pontinischen Sümpfe, wo die Erkrankungen an Malaria besonders häufig und oft in bösartiger Form aufzutreten pflegen, unter seiner persönlichen Aufsicht in reinen Gefäßen entnommen worden.

Die am 27. März fest verkorkt und versiegelt hierorts angelangten beiden Flaschen nebst Kruke wurden sofort von mir geöffnet, und mit reinen Wattepfropfen versehen. Die kleinere Flasche *A* enthielt $^3/_4$ Liter, die größere Flasche *B* einen vollen Liter schmutzig grauen Sumpfwassers.

Zuerst wurde das Wasser in Flasche *A* näher untersucht; es hatte einen widerlich fauligen Geruch und enthielt eine etwa drei Finger dicke Schicht eines gelblich-braunen Schlammes an der Oberfläche. Die mikroskopische Untersuchung ergab außer zahllosen faulenden Pflanzenresten besonders von Algen und niederen Pilzen Myriaden von verschiedenartigen Diatomeen, sowie von ovalen zum Teil auch runden, 2—4 Kerne enthaltenden Zellen, welche nach Züchtungsversuchen unverändert im ruhenden Zustand verblieben. Gewöhnlich lagen sie vereinzelt, seltener perlschnurartig an einander gereiht oder durch eine schleimige Umhüllung zu einer zooglöaartigen Gruppe vereinigt. Anfangs hielt ich diese Gebilde für encystierte Protozoën, durch das negative Ergebnis der damit vorgenommenen Kulturversuche wurde ich jedoch belehrt, dass es Pflanzenzellen und zwar wahrscheinlich arthrospore Bakterien seien, wie sie de Bary in seinen Vorlesungen über Bakterien S. 5 ff. (Leipzig 1885) beschrieben hat. Dagegen fanden sich in dem Schlamme außerdem viele schwarzgraue, runde, ruhende Zellen, welche mit eingekapselten Protozoën identisch zu sein schienen und eine geringere Zahl lebender, mit zwei Geißelfäden ausgestatteten kleiner Flagellaten, welche eine ziemlich matte, hin und her schwankende Bewegung hatten und sich hierbei öfters um ihre Längsachse drehten. Dem Anschein nach fehlte es diesen Protozoën wegen des Luftmangels bei mehrtägigem festem Verschluss der Flaschen anfangs an der nötigen Lebensenergie. Sie

1) Major von Donat interessiert sich aus hygienischen und volkswirtschaftlichen Gründen lebhaft für die Trockenlegung, Assanierung und Bebauung jenes großen durch Sumpfausdünstung verpesteten Landstriches und er ist dem Vernehmen nach behufs Ausführung des zu diesem Zweck von ihm entworfenen originellen Planes mit der italienischen Regierung in Unterhandlung getreten. — Außer diesem Herrn fühle ich mich dem Herrn Professor Korschelt in Marburg für die auf Wunsch mir gütigst übersandte Litteratur und dem Assistenzarzt Herrn Dr. Drüner hierselbst für die mir gewährte Unterstützung bei der mikroskopischen Untersuchung der mir übersandten Sumpfwässer zu lebhaften Danke verpflichtet. D. Vf.

vermehrten sich deshalb in den ersten Tagen fast gar nicht; erst später (siehe weiter unten) erschienen sie sowohl in den mit dem Sumpfwasser vorgenommenen Kulturen, wie in dem breiartigen Schlamm desselben kräftig, gut entwickelt und äußerst fruchtbar in Bezug auf ihre Vermehrung durch Teilung. Unter den Bakterien waren nach freiem Luftzutritt Vibrionen und Spirillen vorherrschend.

Das Sumpfwasser in der großen Flasche *B* hatte einen widerlich modrigen Geruch und enthielt zahlreiche faulende, an ihren Stengeln und Blättern großenteils noch erkennbare Wasserpflanzen. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Wassers fanden sich im allgemeinen ähnliche Bestandteile wie in der kleineren Flasche *A*, besonders waren jene arthrosporen Bakterien zahlreich vertreten. Außerdem fand ich darin Myriaden von kleinsten runden, weißglänzenden Körperchen und vereinzelte lebende große Infusorien, namentlich Chilodonen, Stylonychien, sowie langgestreckte heterotriche Ciliaten, welche nach Form und Größe mit *Blepharisma lateritia* identisch zu sein schienen. Diese Infusorien gingen indessen sämtlich schon nach wenigen Stunden anscheinend an Lebensschwäche zu Grunde und sie kamen erst späterhin in neuen Kulturen ab und zu wieder zum Vorschein, ohne sich jedoch fortzupflanzen. — Bei freiem Luftzutritt waren in der Flasche *B* gewöhnlich lebhaft sich bewegende lange Vibrionen in großer Menge wahrnehmbar.

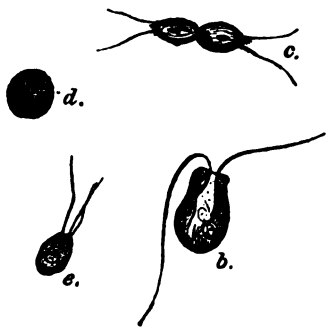
Die in der Kruke (*C*) befindliche, zur Zeit noch ziemlich feuchte Erde aus dem betreffenden sumpfhaltigen Boden wurde demnächst mikroskopisch untersucht. Zwischen den anorganischen erdigen Partikeln fanden sich darin einzelne runde schwarzgraue — encystierten Infusorien ähnliche — Zellgebilde und gleichfalls Myriaden von jenen im Sumpfwasser wahrgenommenen weißglänzenden ruhenden Körnchen.

Mit dieser Erde wurden nunmehr einige Kulturen in Fleischextrakt-Lösung vorgenommen, in denen nach 3—4 Tagen viele Mastigophoren (Flagellaten) und einzelne holotriche Infusorien zur Entwicklung kamen, die sich bei näherer Prüfung und Vergleichung mit den Infusorien-Tabellen nach Bütschli (cf. Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreichs, 1. Band, *Protozoa* Tafel LXII) als eine Colpodenart — der Form nach der *Colpoda cucullus* ähnlich — entpuppten. Diese Ciliaten waren verhältnismäßig klein und blieben in Folge geringer Lebensenergie anfangs nur vereinzelt. Etwas besser gelang ihre Züchtung in Blutserum.

Aehnliche wenig ergiebige Resultate wurden in den mit Sumpfwasser aus den Flaschen *A* u. *B* vorgenommenen Fleischextraktlösung. bezw. Serum-Kulturen erzielt. Auch hier kamen nach 3—6 Tagen gewöhnlich mit zwei Geißelfäden ausgestattete Flagellaten und außerdem Colpoden in geringer Zahl zum Vorschein.

Weit reichhaltiger und fruchtbarer gestaltete sich das Leben niederster Tiere in dem Sumpfwasser der Flaschen *A* und *B* nach längerer Aufbewahrung unter Watteverschluss. Nach etwa 3 Wochen waren in dem faulenden Schlamm zahllose Flagellaten und Colpoden (Figur 1 und 2) von verschiedener Größe wahrnehmbar,

Fig. 1. Flagellaten.

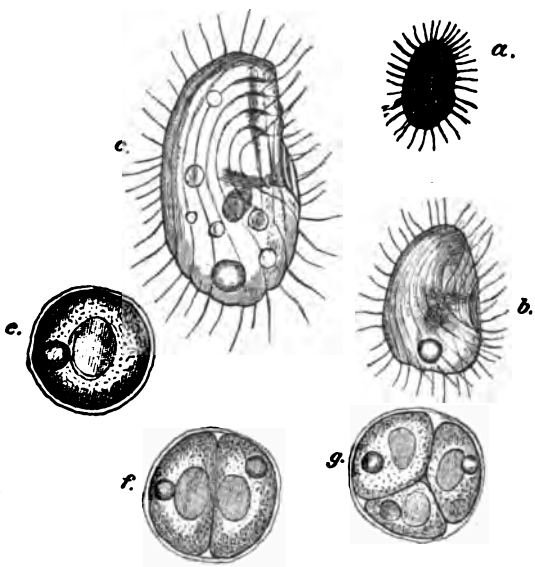


e und *b*. Freischwimmende Flagellate in verschiedenen Entwicklungsstadien.

c. Vermehrung durch Teilung in Bewegung.

d. Vermehrung in Ruhe (durch Sporidienbildung in der Cyste).

Fig. 2. Colpoden (*Colpoda cucullus*).



a. *b*. Jugendformen der Colpoden.

c. Vollständig entwickelte Colpode.

e. Encystierte Colpode.

f u. *g*. In Teilung begriffene Colpodencysten.

Fig. 3. Amöben.

Zwei in den Sumpfwasser der Flasche *A* gefundene Amöben.

welche sich in den folgenden Wochen — bis Mitte Juni — von Tag zu Tag vermehrten.

Auch in der Sumpferde wurden in den damit vorgenommenen Kulturen stets die nämlichen beiden Protozoëngattungen bald mehr,

bald weniger zahlreich und meist mit voller Lebensenergie ausgestattet vorgefunden. Nicht selten traten bei der mikroskopischen Untersuchung des Sumpfwassers in *A* auch eigenartige Amöben (Figur 3), aber niemals in solcher Unzahl wie die Flagellaten und Colpoden zu Tage. — In Flasche *B* und in dem mit der Sumpferde vorgenommenen Kulturen fand ich keine Amöben.

Die Colpoden waren von kurzem kräftigem Körperbau und sehr flink in ihren Schwimmbewegungen. Ihre Vermehrung erfolgte, wie bei allen Colpoden, durch Teilung nach vorhergegangener Encystierung, niemals in Bewegung. Kopulationsformen habe ich bei den in jenem Sumpfwasser und Sumpfboden vorgefundenen Colpoden nur selten wahrgenommen.

Nach Stein's Beobachtungen sollen die Teilsprösslinge eingekapselter Colpoden innerhalb der Hauptcyste sich öfters wieder encystieren und somit Spezialcysten bilden, welche Gerbe als Eier betrachtet. Die Entwicklung derselben soll in höherem Grade nach Encystierung von Kopulationspärchen vorkommen. — Der Teilungsakt verläuft nach Beobachtung der genannten Forscher sehr rasch, meist innerhalb $^1/_2$ bis 2 Stunden (vgl. Bütschli a. a. O. Tafel LXII S. 1586).

Ob sich bei den in jenem Sumpfwasser etc. regelmäßig von mir vorgefundenen runden Colpodencysten wieder kleine Cysten bilden, kann ich nicht sicher behaupten; dagegen habe ich öfters Vierteilung der Hauptcyste und lebhafte Bewegung in den Teilstücken wahrgenommen.

Die oben erwähnten weissglänzenden runden Körperchen, welche sowohl in der trocknen Sumpferde, wie in den Sumpfwässern in der Regel myriadenweise zur Beobachtung kamen, gehören wahrscheinlich in den Entwicklungszyklus der Flagellaten. In den ersten 3—4 Tagen erschienen sie gewöhnlich ruhend; dann zeigten sie zuerst bis zur vollendeten Entwicklung eine pendelförmig hin- und herschwingende Bewegung ohne Ortswechsel, als wären sie lokal durch Geißelfäden gefesselt.

Die betreffenden Flagellaten vermehrten sich, wie es schien, auf zweifache Weise a) in Bewegung, b) im Ruhezustande durch Sporidienbildung in den Cysten. — In letzteren (b) scheinen sich zahlreiche Sporidien zu bilden, welche nach erlangter Reife aus den nachher zerfallenden Cysten ausschlüpfen und im Freien zu kräftigen mit zwei Geißelfäden ausgestatteten Flagellaten heranwachsen. Sie gleichen morphologisch und biologisch dem *Haematococcus lacustris*, welcher sich auch durch zahlreiche Mikrogonidien in einer Cyste vermehrt: Vgl. Bütschli a. a. O. Tafel XLIII.

Die in den in Rede stehenden Sumpfwässern von mir vorgefundenen, bezw. in besonderen Nährflüssigkeiten gezüchteten Flagellaten

waren im allgemeinen ziemlich groß und kräftig, meist oval geformt und sehr produktiv. Ausnahmsweise zeigten sich zuweilen auch kommaförmig gekrümmte Formen, oder solche mit schwanzartiger Verlängerung; eine augenfällige Vermehrung der beiden letzteren ließ sich nicht nachweisen und ich halte sie demnach für Degenerationsformen.

Die gut entwickelten Flagellaten zeigten im Endoplasma größtenteils einen hellen Fleck, ähnlich einer nicht kontraktilen Vakuole; dieses charakteristische Kennzeichen ist wahrscheinlich dadurch bedingt, dass die Nahrungsballen an der Peripherie des Endoplasmas sich ablagern und das Centrum frei lassen, welches in Folge davon hell und durchscheinend bleibt.

Die Vermehrung der qu. Flagellaten in freier Bewegung (Fig. 1*c*) erfolgte gewöhnlich durch einfache Teilung, deren Glieder aber oft wieder neue Tochterzellen und durch fortgesetzte Teilung kleinere, oder größere Kolonien von 8 bis 16 etc. Glieder bildeten, wie dies bei *Polytoma uvella* (cf. Bütschli a. a. O. Tafel XLIII) zu geschehen pflegt. In jenem Sumpfwasser war die Neigung der Flagellaten zur Kolonienbildung namentlich zeitweise ganz eminent; so beobachtete ich beispielsweise im Laufe des Monats Juni bei Kultivierung einer kleinen Quantität Schlamm aus Flasche *B* in Fleischextraktlösung zahlreiche große Kolonien von 24 Individuen und darüber, welche nach Art des *Volvox globator* sich kugelartig umherwälzten. — Die Erklärung für die physiologische Bedeutung dieser Kolonienbildung besonders hinsichtlich der Fortpflanzung und Vermehrung der Art muss ich den Fachkundigen überlassen.

Von großem Interesse war für mich die Wahrnehmung, dass in jenen Sumpfwässern und in der damit durchtränkten Erde auch die Cysten der stiellosen Vorticellen vertreten waren, welche ich vor mehreren Jahren in der Umgegend von Cassel entdeckt und über deren charakteristische Merkmale ich schon mehrfach in diesem Centralblatte, sowie in anderen wissenschaftlichen Zeitschriften Bericht erstattet habe. Hier fand ich erst Ende Juni, also nach dreimonatlicher Aufbewahrung der betreffenden Untersuchungsobjekte lebende stiellose Vorticellen sowohl in den mit Sumpferde vorgenommenen Kultur in Fleisch-Extraktlösung, wie etwas später auch in dem schlammigen Bodensatze der großen Flasche *B*, den ich des Austrocknens wegen in ein reines Glas gethan hatte. Hierbei bemerke ich ausdrücklich, dass eine Infektion dieser Präparate — sei es durch die mit Vorticellencysten etwa verunreinigten Gläser, oder durch cystenhaltige Stubenluft bei den von mir beobachteten Vorsichtsmaßregeln als ausgeschlossen zu erachten ist.

Auf Grund zahlreicher Forschungen nach der Entwicklung und Verbreitung der genannten Ciliaten in der freien Natur, in verschiedenen Orten in Mittel-Deutschland hielt ich mich zu der Meinung be-

rechtigt, dass jene stiellosen Vorticellen, welche von gewissen überall vorkommenden gestielten Vorticellen abstammen und durch den Einfluss veränderter Nahrung eine eigenartige Metamorphose erleiden, über den ganzen bewohnten Erdboden verbreitet sein dürften. Beim Eintrocknen ihres Nährbodens in den Pfützen und Tümpeln, sowie in den mit organischen Fäulnisstoffen durchsetzten Schmutzwässern und oberen Erdschichten kapseln sich die gestielten Formen zunächst ein und ihre des Stiels verlustig gewordenen trocknen Cysten verflüchtigen sich dann mit dem Erdstaube in der atmosphärischen Luft. In encystierter Form findet man sie deshalb häufig im Regenwasser und im Schnee. Als lebende, mit ihren charakteristischen Kennzeichen ausgestattete stiellose Form habe ich sie im Freien bisher nur in solchen Schmutzwässern vorgefunden, welche mit animalischen Nährstoffen, z. B. mit Tierblut, mit Fäkalien u. s. w. reichlich durchsetzt waren. Ihre Cysten dagegen sind häufig auf niederen Pflanzen, besonders auf Flechten zu finden; ferner sind sie auch auf und im Körper höherer Tiere oft in großer Menge nachweisbar, indem sie in fast allen tierischen Säften gedeihen und in diesen unter begünstigenden Verhältnissen zu neuem Leben erwachen. Das ist wahrscheinlich der Grund, dass die in Rede stehenden stiellosen Vorticellen selbst fachkundigen Zoologen bisher unbekannt geblieben sind und dass man sie in den vorzüglichen Infusorienwerken von Stein und Bütschli nicht abgebildet findet.

Die überall verbreiteten gestielten Vorticellen werden wahrscheinlich auch in den Pontinischen Sumpfwässern nicht fehlen. Sie scheinen aber darin nicht zu gedeihen, sonst würde ich sie nicht ausschließlich in eingekapselter Form in den mir übermittelten Wässern gefunden haben. Diese Cysten sind, wie ich durch zahlreiche Versuche an anderen Orten nachgewiesen habe, gegen Trockenheit und Fäulnis äußerst widerstandsfähig. Es kann daher nicht auffallen, dass die in jenen Wässern suspendiert gewesenen Kapseln nach dreimonatlicher Aufbewahrung durch Züchtung in geeigneten Nährflüssigkeiten als stiellose Formen wieder auflebten und sich demnächst als solche zahllos vermehrten.

Seit Mitte vorigen Monats ist in den in beiden Originalflaschen noch vorhandenen Ueberresten von Sumpfwasser irgend welche Spur von lebenden Protozoën oder ihren Cysten nicht mehr nachweisbar, wohl aber finden sich in der trocknen Sumpferde noch einzelne charakteristische Vorticellencysten, welche bei Züchtung in Blutserum nach einigen Tagen zu neuem Leben erwachen. Morphologisch unterscheiden sich diese Ciliaten von den in Deutschland vorkommenden Vorticellenformen nur durch ihren etwas kürzeren und breiteren Bau; ihre biologischen Eigenschaften sind dagegen vollständig übereinstimmend. Eine hervorragende Rolle scheinen sie in den Pontinischen

Sümpfen, wie sich aus den damit vorgenommenen Kultur-Versuchen schließen lässt, nicht zu spielen. Lebende Vorticellen kamen nur nach Zusatz von Fleischsaft oder Blutserum zum Sumpfwasser zu vollständiger kräftiger Entwicklung, dagegen schrumpften sie, wenn man einen Tropfen vorticellenhaltiger Nährflüssigkeit in den Schlamm des Sumpfwassers übertrug, bald ein und starben ab, oder sie encystierten sich eiligst. Vollständig indifferent sind zweifellos jene vereinzelt darin vorgefundenen Ciliaten, — die Chilodonen, Stylonychien und Blepharismen, deren Lebensdauer nur kurz bemessen war. Auch den oben erwähnten Amöben scheint nicht die Bedeutung Krankheit erzeugender Mikrobien zuzukommen, weil sie in den einzelnen Kulturen nicht regelmäßig und selten in großer Menge zu Tage traten und weil sie gegen äußere Einflüsse keine große Widerstandskraft besaßen. Dagegen sind besonders jene Colpoden und Flagellaten als verdächtig anzusehen, weil sich dieselben in dem faulenden schlammhaltigen Sumpfwasser nach dem durch Watteverschluss vermittelten Luftzutritt zu dem Flascheninhalt vorzüglich gut entwickelt und myriadenweise vermehrt hatten. Namentlich gilt dies von den Flagellaten, welche sich, wie schon erwähnt, auf zweifache Weise fortzupflanzen scheinen. Sie besitzen gegen Fäulnis und Trockenheit eine erhebliche Widerstandskraft und sie lassen sich andauernd in eiweißhaltigen Nährflüssigkeiten, z. B. in Fleischsaft, Blutserum etc. züchten. Bei öfterer Wiederholung solcher Kulturen habe ich jedoch nur einfache Teilung der einzelnen Individuen und keine Kolonien- oder Uvellenbildung beobachtet.

Die Colpoden sind weit weniger widerstandsfähig wie die Flagellaten und ihre Züchtung in Serum oder Fleischextraktlösung ist mir nur auf die Dauer von 8—10 Wochen gelungen. Auch im Sumpfwasser und in der Sumpferde waren sie schon nach drei Monaten verschwunden, während die Flagellaten längere Zeit darin nachweisbar waren. Uebrigens vermehrten sich die Colpoden namentlich nach zweimonatlicher Aufbewahrung der Sumpfwässer in diesen ganz eminent durch Vierteilung im Ruhezustande und die aus der Cyste ausschlüpfenden Jugendformen waren meist nicht größer als die Flagellaten; sie gelangten aber gewöhnlich schon in wenigen Stunden zur vollen Entwicklung. Auffallend ist es, dass die beiden vorherrschenden Protozoenarten, die Flagellaten und Colpoden, in jenen Sumpfwässern fast niemals von einander getrennt, sondern ziemlich regelmäßig gesellschaftlich zusammenlebend gefunden wurden, wobei bald die eine, bald die andere Gattung präponderierte. Eine ähnliche Beobachtung habe ich bei meinen Kulturversuchen mit den oben erwähnten parasitisch vorkommenden stiellosen Vorticellen gemacht; auch hier begegnet man fast ausnahmslos gewissen Mastigophoren als obligaten Trabanten. Da das Bestehen einer verwandtschaftlichen Beziehung zwischen diesen

verschiedenen Protozoëengattungen seitens der fachkundigen Zoologen von der Hand gewiesen wird, so dürfte vielleicht die Annahme berechtigt erscheinen, dass zuweilen unter begünstigenden Ernährungsverhältnissen die eine Gattung von Protozoëen mit der anderen, welche sich beide schnell und enorm zu vermehren pflegen, einen Kampf ums Dasein führt, durch welchen die jeder einzelnen Gattung zukommende parasitische Eigenschaft im Körper ihres Wirtes wesentlich gesteigert wird.

Ob diese Hypothese auch für die in den Pontinischen Gewässern zeitweise in enormer Menge von mir vorgefundenen Flagellaten und Colpoden zutrifft, kann ich nicht behaupten, da ich keine Gelegenheit fand, um Tierversuche vorzunehmen. Uebrigens halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die betreffenden Protozoëen, so lange als sie in dem Sumpfwasser leben, an sich hygienisch indifferent sind und dass ihre Krankheit erregende Eigenschaft hauptsächlich den im Schlamme eingetrockneten und in der Luft zerstäubten Cysten jener Mikroben zukommen dürfte, welche durch Einatmung in den menschlichen bezw. tierischen Organismus gelangen und hier als lebens- und entwicklungsfähige Endoparasiten ihre blutzersetzende Wirkung üben.

Was das Verhalten der in den Pontinischen Gewässern von mir vorgefundenen Protozoën gegen gewisse Reagentien betrifft, so bemerke ich schließlich, dass alle diese niederen Lebewesen durch Chininlösungen zu $^1/_2$ bis 1 Prozent, ferner durch Arsenik in Form der Fowler'schen Solution, durch 3 bis 5prozentigen Weinessig, 3prozentige Jodtinktur und durch verschiedene Anilinfarben in starker Verdünnung sofort getötet werden. — Bei Anwendung des mit gleichen Teilen destillierten Wassers verdünnten Liquor Kalii arsenicosi blieben sowohl die Flagellaten wie Colpoden noch eine kurze Zeit am Leben und letztere fanden oft noch genügende Zeit sich einzukapseln. In ihren Cysten konnte ich alsdann zuweilen eine allerdings nur kurze Zeit dauernde rotierende Bewegung der Sprößlinge wahrnehmen.

Hierzu benutzte Litteratur:

Dr. Mannaberg, Malaria-Parasiten. Wien 1883.
Dr. L. Pfeiffer, Geh. Med.-Rat, Die Protozoën als Krankheits-Erreger. Jena 1890.
de Bary, Vorlesungen über Bakterien. Leipzig 1885.
Bütschli, in: Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs; 1. Band: *Protozoa*. Heidelberg 1882.
Dr. von Wasielewski, Sporozoënkunde. Jena 1896.
Dr. G. Schoch, Die mikroskopischen Süßwasserbewohner. Leipzig 1868.

Nachtrag.

Nach Abschluss der in vorstehendem Aufsatze mitgeteilten mikroskopischen Beobachtungen habe ich mit dem letzten Reste von Schlamm-

erde, welcher in der größeren Flasche *B* nach Entleerung der darin befindlichen Wasserpflanzen nebst dem Sumpfwasser zurückgeblieben war, noch einen neuen Kulturversuch vorgenommen, dessen Ergebnis hier mitgeteilt zu werden verdient, weil dadurch meine Vermutung sich bestätigt, dass in den Pontinischen Sümpfen außer anderen Protozoëen auch Vorticellen hausen müssen.

Etwa Mitte August hatte ich den Inhalt der Flasche *B* weggeschüttet, weil lebende und frei sich bewegende Protozoëen in ihm nicht mehr wahrgenommen wurden. Auf dem Boden der Flasche war jedoch ungefähr ein Esslöffel voll erdigen Schlammes zurückgeblieben, auch war an den Wänden des Glases hier und da etwas Schlamm haften geblieben. In dieser Schlammerde fand ich bei mikroskopischer Untersuchung einige körnige Rundzellen von verschiedener Größe und eine zahllose Menge von jenen weisslich glänzenden sporenartigen Mikroorganismen, welche ich sowohl in der Sumpferde und in den mit dem Pontinischen Sumpfwasser vorgenommenen Kulturen, wie früher bei Züchtung stielloser Vorticellen regelmäßig vorgefunden habe. Meiner Meinung nach sind dies tierische Mikrobien, von denen jedes Einzelne im günstigen Falle zu weiterem Wachstum befähigt sein dürfte. Mutmaßlich sind sie als niederste Entwicklungsstufen gewisser Flagellaten zu betrachten.

Unter Zurücklassung jenes Schlammes etc, füllte ich die Flasche *B* zur Hälfte mit reinem abgekochtem Wasser.

Nach sechs Tagen fanden sich in diesem Wasser zahlreiche Chilodonen — (dem Baue nach mit *Chilodon cucullus* identisch) — und vereinzelte Exemplare von *Stylonychia mytilus*. Letztere hatten sich auch in den nächsten acht Tagen nicht sehr vermehrt, während die Zahl der Chilodonen, bei denen öfters Syzygienbildung beobachtet wurde, erheblich zugenommen hatte. Außerdem hatten sich in der 2. Beobachtungswoche gestielte Vorticellen auf dem Wasserspiegel entwickelt, welche sich im Laufe der 3. Woche, besonders nach Zusatz von etwas Reisdekokt zu dem Aufgusse von abgekochtem Wasser auf den in der Flasche verbliebenen Schlamm myriadenweise vermehrten. Diese Ciliaten wurden ihren morphologischen Eigenschaften als „*Vorticellae mikrostomae*“ teilweise auch als *V. convallariae* diagnostiziert.

Anfangs September übertrug ich ein paar Tropfen dieses Infusorien-Wassers in je ein mit Fleischextraktlösung und mit Blutserum gefülltes Glas.

Nach drei Tagen hatte die Mehrzahl der in beiden Gläsern enthaltenen Vorticellen ihres Stieles sich bereits entledigt und nur ein kleinerer Teil derselben schwamm mit dem verkürzten Stiele in der Nährflüssigkeit frei umher. Ein paar Tage später hatte sich bei sämtlichen bisher gestielten Vorticellen an Stelle des Stieles ein hinterer

Wimperkranz entwickelt, mit dessen Hilfe die Tierchen sehr gewandt mit öfterem Umdrehen um ihre Körperachse rückwärts schwammen.

Die Chilodonen hatten sich inzwischen nicht mehr erheblich vermehrt und die Stylonychien waren ganz verschwunden. Zuweilen zeigten sich auch einzelne lebende Halterien.

Die stiellosen Vorticellen vermehrten sich von jetzt ab ganz enorm, besonders nachdem einzelne Copulationspärchen und zahlreiche kleine, brummkreiselförmige Tierchen — sogen. Knospen — zum Vorschein gekommen waren.

Fast gleichzeitig erschienen jetzt auch jene obligaten Trabanten der stiellosen Vorticellen — die Flagellaten — welche auch im Pontinischen Sumpfmoor, wie oben mitgeteilt, nach Ablauf der ersten Beobachtungswochen, ganz spontan als Begleiter der Colpoden auftraten.

Nach 10 Tagen fanden sich in beiden Gläsern in der auf der Oberfläche der Flüssigkeit gebildeten Kahmhaut zahllose kräftig entwickelte stiellose Vorticellen; die Chilodonen hatten dagegen das Feld vollständig geräumt.

Aus dieser Beobachtung lässt sich schließen, dass die genannten gestielten Vorticellen, ebenso wie man sie in allen Himmelsstrichen als regelmäßige Bewohner stehender Wässer antrifft, auch mit zu den Bewohnern der Pontinischen Sümpfe gehören werden. In den mir zugesandten Sumpfwasser- und Erdproben waren sie anscheinend nicht in großer Menge, und nur encystiert enthalten. Sie traten darin erst zuletzt nach Zusatz von abgekochtem Wasser und von Reiswasser zu der Sumpferde zu Tage. Diese Beobachtung stimmt ganz mit den Resultaten meiner früher in hiesiger Gegend vorgenommenen Züchtungsversuchen gewisser Vorticellen überein (S. meine bezüglichen Berichte im Biolog. Centralblatt, Jahrgang 1895/96, Deutsche Med. Ztg. Jahrg. 1892—96).

Die betreffenden gestielten Vorticellen gedeihen hauptsächlich in stehenden Wässern mit Pflanzenaufgüssen; bringt man sie von dort in salzhaltige Fleischextraktlösung, in Blutserum oder in andere tierisches Eiweiß enthaltende Nährflüssigkeiten, so kapseln sie sich entweder sofort auf die Dauer ein, oder sie verwandeln sich unter allmählicher Abstoßung des Stieles und Bildung eines hinteren Wimperkranzes in stiellose Formen. Letztere zeigen biologische Eigenschaften, die von denen ihrer Stammeltern vollständig abweichen; namentlich haben sie mit der veränderten Nahrung, wie es scheint, die Befähigung erworben, in tierischen Säften zu schmarotzen. Nach eingetretener Umwandlung in die stiellose Form bilden diese bisher nicht bekannten Vorticellenformen, für welche ich die Benennung „Askoidien“ (*Vorticella ascoideum*) vorgeschlagen habe, niemals wieder einen Stiel.

In den Pontinischen Sümpfen scheinen die gestielten Vorticellen, wie oben erwähnt, keine hervorragende Rolle zu spielen, da sie in

dem natürlichen Sumpfwasser, ohne Zusatz von anderen Nährstoffen nicht gedeihen, während ich beobachtet habe, dass die Colpoden nebst den in ihrer Gesellschaft regelmäßig auftretenden Flagellaten in der jenem Wasser beigemischten Schlammerde sehr gut gedeihen und sich in zahlloser Menge darin vermehren, so lange als sie hier die zu ihrer Existenz notwendigen Nährstoffe finden.

In dem letzten wässerigen Aufguss von Sumpferde, sowie in den nachfolgenden Kulturen mit Fleischsaft und Blutserum kamen lebende Colpoden nicht mehr zum Vorschein; von Flagellaten fehlte nur in dem Wasseraufguss jede Spur, während sie in den Kulturen mit tierischem Eiweiß in Begleitung der stiellosen Vorticellen alsbald zu Tage traten und myriadenweise sich vermehrten. Ob diese Flagellaten mit jenen obligaten Trabanten der Colpoden identisch sind, sei dahin gestellt; der Form nach sind sie von einander nicht zu unterscheiden.

Cassel, im September 1897. [106]

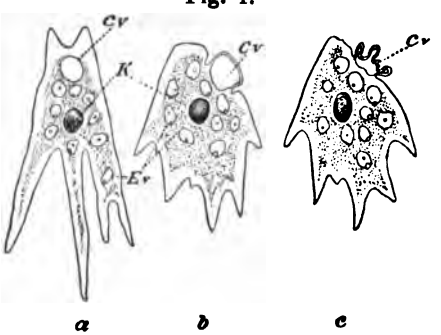
Amöbenstudien.

Mitteilung von S. Prowazek.

(Aus dem deutschen zool. Institut in Prag.)

Während eines Aufenthaltes an der zoologischen Station in Triest ds. Js. 1897 hatte ich Gelegenheit eine kleine Amöbe in einem Seewasseraquarium mit sehr konzentrierten Meerwasser zu beobachten, die insbesondere bezüglich der kontraktilen Vakuole ein interessantes Verhalten an den Tag legte. Das Plasma dieser Amöbenform, deren Spezies leider nicht bestimmt werden konnte, stellte sich als eine zähflüssige hyaline Substanz dar, an der man aber doch die Sonderung in Ekto- und Entoplasma gut wahrnehmen konnte; der Kern war rundlich, mit deutlichen Konturen versehen, und besaß einen hellen Plasmahof. Im Entoplasma waren mehrere kleine Vakuolen unregelmäßig zerstreut, die im rötlichen Interferenzlicht erschienen und die ein bis zwei kleine Körnchen von brauner Färbung enthielten; bei genauerer Untersuchung konnte man in den Vakuolen (Fig. 1 *Ev*)

Fig. 1.



a. marine Amöbe.
b. Amöbe vor der Entleerung der Vakuole.
c. bei der Entleerung der Vakuole (Faltenbildung).
K. Kern.
Cv. kontraktile Vakuole.
Ev. Exkretkörnchenvakuolen.

zwei Arten von Körnchen unterscheiden, von denen die größeren meist in der Vakuole, die wir „Exkretkörnchenvakuole" nennen wollen, peripher lagen, wogegen die meistenteils etwas central liegenden kleineren lebhafte Brown'sche Molekularbewegungen ausführten, — eine Erscheinung, die auf Diffusionsströmungen zwischen dem Vakuoleninhalt und der Umgebung zurückzuführen ist und auf Grund deren man sich auch die rundliche Gestalt der Körnchen erklären könnte. Viele Vakuolen waren auch leer. — Die Bewegungen dieser Amöbe waren langsam, ihren Pseudopodien kam aber eine besondere Tendenz zur Streckung zu, so dass sie manchmal den Pseudopodien der *Amoeba radiosa* etwas ähnlich waren. Es scheint, dass diese Rhizopodenform eine geringe allgemeine Bewegungsenergie besitzt doch stark auf chemische oder Spannungsreize reagiert, welcher Umstand zuweilen eine Streckung und gleichzeitige Verschmälerung der Pseudopodien zur Folge hat. Manchmal konnte man auch die Wahrnehmung machen, dass die Pseudopodien an ihrer Basis sich fast rechtwinklig umbogen, so dass der eigentliche Plasmakörper wie eine Tischplatte, auf den unregelmäßigen Pseudopodien-Füßen ruhte; etwas Aehnliches konnte auch bei einer *Amoeba radiosa* festgestellt werden und dürfte vielleicht in einer einseitigen stärkeren Strömung seine Erklärung finden.

Mehr peripher ist meist eine Vakuole gelegen, die sich durch ihre besondere Größe auszeichnet und, wie es die weiteren Vorgänge, die sich an ihr abspielen, darlegen, als die kontraktile Vakuole aufzufassen ist.

Bei der Diastole tritt sie nämlich, vom Plasma gleichsam herausgedrängt, in die äußersten Schichten des Ektoplasmas, buchtet sich über die Oberfläche der Amöbe etwas vor, ja wird manchmal förmlich abgeschnürt und hängt oft nur durch einen kurzen Plasmastiel mit dem übrigen Körper zusammen. Zu Anfang der Systole beginnt sie von außen her einzusinken, es erfolgt sodann eine wellenförmige unregelmäßige Eifaltung der äußersten Rindenschichte des Plasmas und gleichzeitig bemerkt man, dass die Körnchen in den darunterliegenden „Exkretkörnchenvakuolen" etwas in raschere Bewegungen geraten und der Hohlraum dieser Vakuolen sich etwas vergrößert. Bei dieser Amöbe erfolgt also merkwürdigerweise die Entleerung der Vakuole nach innen und nicht nach außen, wie bei der Mehrzahl der Protozoen.

Es ist anzunehmen, dass vor der Kontraktion die Vakuole eine desoxydierte Flüssigkeit enthält, die nun durch die infolge der Spannung verdünnte Rindenschichte wieder aus der Umgebung her oxydiert wird. — Die desoxydierte Flüssigkeit wurde also von dem Entoplasma herausgedrängt und sammelte sich in der Gestalt eines Tropfens — Vakuole — unter dem Ektoplasma, das bis zu einem gewissen

Grade seiner Elastizität langsam vorgedrängt wurde; dieses gibt wohl zuerst den eigenen intramolekularen Sauerstoff an die Flüssigkeit, die später auch den Sauerstoff der Umgebung aufnimmt, ab. Durch diese Vorgänge gelangten die Teilchen der Rindenschichte auf einen Standpunkt der Zersetzbarkeit, die schließlich ausgelöst wird[1]), es erfolgt die Kontraktionsphase, indem die organischen Teilchen eine Aenderung in ihrer Spannung erleiden. Es ist aber auch denkbar, dass die Druckkräfte der Flüssigkeit und dann ihre Oxydation eine Reihe von Reizen auf das kontraktile Ektoplasma ausüben, die sich induktiv summieren und die Kontraktion hervorrufen. Diese geht nur soweit, als sie die Oberflächenspann- und Druckkräfte des Vakuolentropfens überwindet. Die Faltenerscheinung, die einerseits in dem Wesen der Kräfte des gleichsam zerplatzenden Tropfens bedingt ist, hat im Folgenden ihre wesentliche Ursache: Das Entoplasma selbst strebt[2]) gleichsam die oxydierte Flüssigkeit aufzunehmen, gegen die es eine Art von Anziehungskraft, wie mehrfach (Schwalb, Zenker) angenommen wurde, besitzt; da aber an den unter der Vakuole gelegenen Stellen wegen der „Exkretkörnchenvakuolen" die plasmatische Struktur nicht gleichmäßig ist, kann die unter der Kraft der Kontraktion ausweichende Flüssigkeit nicht überall in gleicher Weise hindurchdringen und setzt derart der sich kontrahierenden Vakuolenwand einen verschiedenen Widerstand entgegen, dadurch werden gewisse Stellen dieser in ihrem Vordringen gestört und so erklärt sich auch die Entstehung der Falten (Fig. 1*c*), in deren Lumen sich noch die Flüssigkeit befindet, die nun die Vakuolenwandung langsam nach physikalischen Adhäsionsgesetzen nach sich zieht und selbst im Inneren des Entoplasmas verschwindet. — Bei einer Beobachtung von mehreren Amöben hätte sich bei gleicher Konfiguration des Entoplasmas vielleicht eine Gesetzmäßigkeit in der Zahl der Falten herausgestellt, gerade so wie auch in passende Pulver gehüllte und dann zerdrückte oder selbst zerplatzende Flüssigkeitstropfen eine bestimmte Anzahl von Strahlen oder Auszackungen besitzen.

Welches ist die genetische Beziehung einer Exkretionsvakuole zu einer respiratorischen Zwecken dienenden Vakuole?

Man kann mit Haeckel annehmen, dass die kontraktilen Vakuolen aus gewöhnlichen „Blasenräumen" entstanden sind und ursprünglich sodann den Zweck der Exkretion, womit im gewissen Sinne auch die Respiration bei diesen niedrig organisierten Formen im Zu-

1) Unter diesen Umständen könnte es auch zuerst zur Bildung eines Nebenproduktes kommen, dessen Reiz erst die Kontraktion hervorruft.

2) Dieser Umstand ist wohl von Wichtigkeit für eine Entleerung der Vakuole nach innen, indem hier das Entoplasma keinen eigentlichen Widerstand der Wasseraufnahme entgegensetzt, wogegen die Festigkeit der Rindenschichte des sich kontrahierenden Ektoplasmas keinen Riss entstehen lässt.

sammenhang steht, verfolgten. Infolge gewisser konstanter äußerer Einflüsse z. B. Wassermangel, Aenderung im Salzgehalt etc. und der sich daran knüpfenden Veränderungen der äußeren Schichte des Plasmas tritt aber, da die Diffussion von Wasser an der ganzen Oberfläche oder bloß an einer Stelle des Rhizopodenkörpers notwendig vermindert wird, eine Art von Funktionswechsel ein; der Flüssigkeitstropfen, als welchen man die Vakuole füglich auffassen kann, büßt seine hohe Oberflächenspannung ein, der zufolge er sonst bei der geringsten eintretenden Verbindung mit der Flüssigkeit der Umgebung die sich dann einstellende Spannungsdifferenz auszugleichen strebte und die Vakuole entleert sich dann nicht mehr nach außen sondern dient jetzt nur mehr der Respiration, wobei ihr auch das starke Hervortreten aus dem umgebenden Plasma zu statten kommt.

Neben der Funktion der Exkretion und Respiration dient bei manchen einzelligen Organismen, die sich nicht nach außen entleerende Vakuole als Vorratsbehälter von Flüssigkeit zum Schutze gegen die Austrocknung, wie dies Greeff für die Erdamöben angibt.

Eine Art von derartigen Funktionswechsel ist bei marinen Formen umso begreiflicher, als bei ihnen sonst auch wegen der Konzentration des Seewassers die Entleerungefrequenz der kontraktilen Vakuolen eine geringere ist. Rossbach gelang es auch an Süßwasserprotozoen darzulegen, dass ein Zusatz von Kochsalzlösung eine Verminderung der Entleerungsfrequenz zur Folge hat.

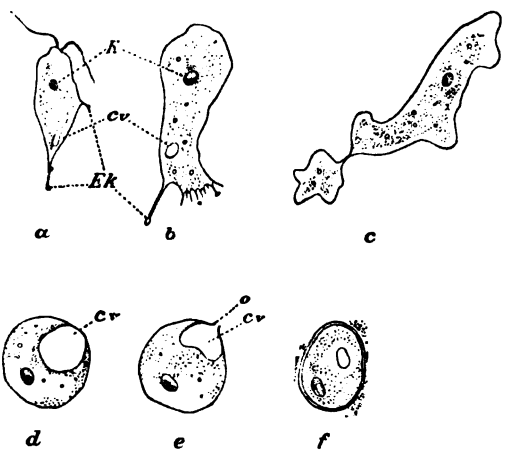
Die wenn auch verminderte Exkretion muss aber in den geschilderten Fällen auf eine andere Weise vorgenommen werden; die Möglichkeit ist hier eine mannigfache — entweder werden geformte Exkretkörner ausgeschieden, oder es treten vielleicht besondere kleine „Exkretions-Vakuolen“ auf, wie sie H. Wallengren nach der Behandlung mit Bismarckbraun bei Ciliaten beobachtete, oder es wandern die Exkretstoffe in krystallinischer Form unter die äußersten Schichten des Ektoplasmas, wo sie eine Auflösung erfahren und alsdann irgendwie auf dem Wege der Diffusion austreten, wie dies Schewiakoff für die Exkretkrystalle bei *Paramaecium*, bei dem aber auch eine Vakuolenexkretion stattfindet, angibt, oder es kommen im Plasmakörper besondere symbiotische Pilze vor, die sich in konzentrischer Weise um die Vakuolen und „Glanzkörperchen“ lagern (Gruber) und etwa auf osmotischen Wege die für sie noch brauchbaren Exkretstoffe aufnehmen, wie dies bei der sonderbaren *Pelomyxa palustris*, deren Vakuolen verhältnismäßig klein und zahlreich sind, der Fall sein dürfte.

Zum Schlusse sei noch die Frage erörtert: warum diffundiert bei der sich bis zu einer Grenze stetig steigernden Dünne der Vakuolenwandung nicht die wässrige Salzlösung der Umgebung, die doch schädigend einwirken müsste, in die Vakuole? Aus leicht absehbaren

Gründen müssen wir annehmen, dass die Porenweite im molekularen Aufbau der Scheidewand zwischen den beiden Flüssigkeiten für die Salzmolekeln zu klein ist; da sich aber beim Wachsen der Vakuole auch die Umwandung dieser ausdehnt und so die Poren, wie etwa Nadelöffnungen in einer allseitig gezogenen Gummiblase sich vergrößern, so dass sie einmal für die Salzmolekeln durchlässig würden, muss die Ursache dafür, dass dieses doch nicht eintritt, entweder besonderer unbekannter physiologischer Natur sein oder man könnte sie sich aus dem Auftreten von besonderen Dissimilationsprodukten die die sich vergrößernden Poren der sich dehnenden Membran stets ausfüllen, erklären.

Im Frühjahr 1897 legte ich eine Reihe von Objektträgerkulturen aus einem Sumpfwasser an und fand nach ungefähr 24 Stunden in einer dieser primitiven Kulturen, die in der feuchten Kammer aufbewahrt wurden, eine Anzahl von eigentümlichen Flagellaten, deren Entwicklung weiter zu verfolgen Gelegenheit geboten war. Dieselben besaßen im allgemeinen eine gegen das hintere Ende sich verjüngende eiförmige Körperform, die jedoch nicht ganz formbeständig war und oft sichelartig gekrümmte Gestalten annahm. Am Vorderende konnte man eine Schlundandeutung wahrnehmen, sowie zwei nahe bei einander befindliche fast gleich lange Geißeln. Das Plasma war hyalin, schwach olivengrün gefärbt und wies eine undeutliche Granulation auf; ungefähr in der Mitte befand sich der Kern, gegen das Zellende zu meist eine kontraktile Vakuole (Fig. 2 *a*). An der äußersten Peripherie kann man oft den Austritt geformter Exkretsubstanz beobachten, die mitunter mittels eine Art von Plasmastielen, die terminal die sog. „Exkretperlen" tragen ausgeschieden werden. Oft hat es den Anschein, als ob der Organismus durch den Schlag

Fig. 2.



a. der Flagellat.
b. die entwickelte Amöbe.
c. kriechende Amöbe.
d. Amöbe vor der Encystierung.
e. dieselbe, bei der Entleerung der Vakuole.
f. eine Dauercyste (noch mit einer Vakuole).
K. Kern.
Cv. contractile Vakuole.
o Riss derselben.
Ek Exkretkörnchen.

der einzelnen Geißeln die Ablösung der Exkretperle unterstützen wollte. Manchmal verschmälerte sich auch das Hinterende zu einem starren Pseudopodienstiel, der in Form von Nodositäten an seiner Umrandung die Exkretsubstanz enthielt. — Nach einiger Zeit legten, die Flagellaten eine besondere Tendenz für die Pseudopodienbildung an den Tag und im Verlaufe von ungefähr 24 Stunden konnte man in der Kultur eine beträchtliche Zahl von kleinen Amöben beobachten. Leider wurden die Veränderungen, die sich vielleicht am Kerne abspielten, sowie die eigentliche Verwandlung nicht beobachten. Immerhin wäre die Entwicklung dieser Amöbe als ein Analogon zu der von Schaudinn beschriebenen *Paramoeba eilhardi* zu betrachten, auf Grund deren Biologie der Beweis geliefert wurde, dass eine innigere Beziehung zwischen rhizopoden — und flagellatenähnlichen Organismen besteht.

Die jungen Amöben ruhten zumeist nebeneinander in Reihen, ohne dass man, wiewohl besonders darauf das Augenmerk gerichtet wurde, eine Verschmelzung zweier derartiger Formen beobachten konnte; diese Erscheinung würde also in Uebereinstimmung mit der Theorie von „individuellen physiologisch Unterschieden zwischen den Zellen" von Jensen stehen; andererseits könnte man aber doch eine Art von Verschmelzung erwarten, da ja auch eine Pseudopodienverschmelzung bei jungen Orbitalites u. a. konstatiert wurde. —

Das Plasma dieser Amöben war hyalin, der Kern grünlich, glänzend und besaß eine Art vom lichten Plasmahof, der angefressenen Individuen weniger oder encystierten Formen gar nicht zukam. Interessant war die Bewegung dieser Amöbe, deren Pseudopodien lappig waren; oft zerfloss der Körper gleichsam und nahm eine Form, als ob er sich teilen wollte, an, so dass zwischen den einzelnen Teilen nur schmale Plasmabrücken erhalten blieben, denen eine gewisse Aehnlichkeit mit den Plasmafaden bei der Plasmolyse der Pflanzen zukam (Fig. 2*c*); diese scheinbaren „Trennungszustände" konnte ich später an zwei anderen Amöben beobachten; es dürften aber bei diesen letzteren Erscheinungen 2 gleichartige Reize im Spiele sein. — Hernach flossen die Teile wieder zusammen und das Plasma des Rhizopods unterlag gleichsam einer wirbelartigen Mischung seiner Teile, worauf das Spiel wieder vom neuen begann. Am Hinterende der sich bewegenden Amöbe traten oft kleine Exkretkörperchen an der Spitze von Plasmafortsätzen, die an der Unterlage haften blieben, aus, wie überhaupt dieses Anhaften des hinteren zottenartigen Plasmabesatzes vielleicht seinen Grund in der Ausscheidung apoplasmatischer Strukturen besitzt; einmal beobachtete man auch, wie seitlich ein ziemlich langes, schmales Pseudopodium zur Ausbildung gelangte, das an seiner Spitze ein lichtbrechendes Exkretkorn trug, an der Unterlage etwas haften blieb und dann bei der Amöbenbewegung die Exkretperle zurückließ (Fig. 2*b*).

Eine Erscheinung des Rheotropismus, sobald frisches Wasser den Kulturen zugeführt wurde, kam bei dieser Form nicht zur Beobachtung, ob zwar es manchmal den Anschein hatte, als ob sie, sobald sie die Strömung von der Unterlage nicht wegriss, die ersten Pseudopodien dem Strom entgegen ausgesendet hätte[1]). — Bei durchfallendem Licht scheinen sich die kontraktilen Vakuolen häufiger als sonst auszubilden. — Mit dem Alter der Kulturen und der damit verknüpften Aenderung in der Beschaffenheit der Flüssigkeit änderte sich auch etwas der Habitus der Amöbe; später gingen sie das Cystenstadium ein; oft gewann es aber den Anschein, als ob ohne jede Aenderung in gewissen Zeitintervallen die Amöben nur sogenannte „Verdauungscysten" bilden, die also von den eigentlichen Dauercysten, welche eine derbere Haut und ein anderes Aussehen besitzen, zu unterscheiden wären. Bei Beginn der Cystenbildung wurde die Bewegung der Amöben langsamer, die Pseudopodien „umflossen" fortwährend den Körper, bildeten über ihm gleichsam kuppenförmige Ausbreitungen, Erscheinungen, die etwa mit den Rotationen der Opalinen, die E. Zeller vor der Encystierung beobachtete, zu vergleichen wären. — Eine Art von „Plasmasekret" trat in geringen Mengen an gewissen Stellen an der äußeren Rindenschichte aus, wobei oft die lichtbrechenden Körnchen zum Austritt gelangten. Das Spiel der kontraktilen Vakuolen vollzog sich in diesem Zustande langsamer, womit auch ihre Vergrößerung in Einklang zu bringen wäre; inzwischen bildete sich langsam ringsherum um den Zellleib die Anlage einer Art von Cystenhaut aus (Fig. 2 *d*, *e*), so dass nun die Spannungsverhältnisse des Flüssigkeitstropfens ziemlich bedeutende sein mussten, ehe die eigentliche Entleerung der Vakuole, die unter einem deutlichen Riss, wobei die Ränder leicht nach außen gebogen werden (Fig. 2 *e*, *o*) erfolgte, sich vollzog. Später wird auch dieser Vorgang eingestellt; einmal konnte man einen T-förmigen Kanal, der wahrscheinlich aus zwei zusammengeflossenen Vakuolen entstand, beobachten. — Die Vakuole löste sich später zumeist in mehrere auf; die Flüssigkeit strömte sodann, wie man aus der allerdings geringen Aenderung des Volumens dieser entnehmen kann, langsam aus einer Vakuole in die andere, als ob das Plasma recht durchmischt werden sollte. Schliesslich sank die Größe der einzelnen Vakuolen bis unter die Grenze der Wahrnehmbarkeit und das Plasma sah kompakt aus. — In den Cysten, die Verdauungscysten ähnlich waren, traten besonders nach längerer Ein-

1) Aehnliches wurde bei *Amoeba radiosa* einige Male beobachtet; kleine Amöben aus einem diatomeenreichen Wasser sandten die ersten Pseudopodien diagonal gegen den Strom oder senkrecht auf diesen; doch scheinen die Erscheinungen des Rheotropismus im Allgemeinen nicht bedeutend zu sein. Zu diesen Versuchen eignet sich einfach das Zuleiten sowie Ableiten des Wasserstromes durch feine Baumwollfäden.

wirkung von durchfallendem Licht größere Vakuolen auf, deren Entleerung nach außen trotz der 2stündigen Beobachtungszeit nicht wahrgenommen werden konnte. Bei encystierten Formen büßt eben das Plasma teilweise seine Kontraktilität ein, die kontraktile Vakuole sinkt zu der früheren Bildung „dem Blasenraum" herab und erfüllt höchstens die Aufgabe eines Athmungsorganes, wie dies etwa auch beim encystierten *Actinophrys sol* der Fall ist. [104]

Ueber die Ei-Ablage von *Scyllium canicula* in dem Aquarium der zoologischen Station zu Rovigno.

Von **Fr. Kopsch**,
Assistent am I. Anatom. Institut zu Berlin.

Die Ergebnisse, zu welchen ich bei meinen experimentellen Untersuchungen über den Keimhautrand der Salmoniden[1]) gelangt bin, führten darauf hin, dieselben Methoden auch bei den Selachiern anzuwenden, an deren Keimscheibe auch am lebenden Ei die einzelnen Bezirke (der embryobildende und der nicht direkt zum Aufbau der Embryonal-Anlage verwendete) schon auf jungen Gastrula-Stadien mit großer Sicherheit bestimmt und experimentellen Eingriffen ausgesetzt werden können.

Da nun zu einer solchen Untersuchung neben einem reichen Material möglichst gleichweit entwickelte und junge Stadien notwendig sind, so liegt es nahe, Haifische in der Gefangenschaft zu halten, um von denselben eine ausreichende Anzahl befruchteter und entwicklungsfähiger Eier zu erhalten.

Die Gelegenheit zu solchen Versuchen bot sich mir in der zoologischen Station zu Rovigno während eines mehrmaligen Aufenthaltes zu verschiedenen Jahreszeiten in den Jahren 1895—97, welcher mir durch das Kuratorium der Gräfin Louise-Bose-Stiftung und das königlich preußische Kultus-Ministerium ermöglicht wurde. Hierfür sei sowohl dem Kuratorium der genannten Stiftung als auch dem königlich preußischen Kultus-Ministerium öffentlich mein Dank ausgesprochen.

Die gesammelten Erfahrungen über die Beschaffung der laichfähigen *Scyllium*, die Zeit und Art der Ei-Ablage, sowie die Entwicklungsdauer bis zum Ausschlüpfen der Jungen will ich im Folgenden mitteilen als Beitrag zur Biologie der Selachier und um aufmerksam zu machen auf die zoologische Station des Berliner Aquariums zu Rovigno, woselbst die Bedingungen zur Ausführung meiner Untersuchungen außerordentlich günstige waren und durch das liebenswürdigste und weitgehendste Entgegenkommen des Herrn Dr. Hermes

1) Fr. Kopsch, Experimentelle Untersuchungen über den Keimhautrand der Salmoniden. Verhandl. der anat. Gesellschaft, 1896, S. 113—127.

und seiner Angestellten, der Herren Peters und Kossel, auf das beste gefördert wurden.

Aus den Mitteilungen von Costa[1]), R. Meyer[2]), Schmidtlein[3—5]) und Day[6]) ist es bekannt, dass *Scyllium canicula* und *stellare* (*catulus*) auch in der Gefangenschaft befruchtete Eier ablegen. Costa erhielt von einem weiblichen *Sc. canicula*, welches zusammen mit einem Männchen in eins der Bassins des Aquariums zu Concarneau gesetzt war, achtzehn Eier im Laufe eines Monats, und R. Meyer erhielt von drei Exemplaren *Sc. catulus* im Aquarium zu Hamburg (wie viele Weibchen wird nicht angegeben) „mehrere Dutzend Eier". Sehr anschauliche Schilderungen von der Kopulation (Nr. 6 pag. 174) und die Ei-Ablage (Nr. 4 p. 2—3) von *Sc. catulus* (*stellare*) und *canicula* nach Beobachtungen in den Aquarien der zoologischen Station zu Neapel verdanken wir Schmidtlein.

Als Haupt-Laichzeit ergibt sich nach den Angaben der Autoren und den mir mündlich mitgeteilten des Konservators zu Rovigno, Herrn Kossel, und nach meinen eigenen Erfahrungen für *Scyllium canicula* im allgemeinen die Zeit von Anfang März bis Ende Mai. Nach den Angaben von Lo Bianco[7]) (pag. 423) wurden bei Neapel das ganze Jahr hindurch Eier von *Scyllium* mit jungen Embryonen gefunden und ich selber habe auch von *Sc. canicula*, welche frisch gefangen im Herbst und Winter gebracht wurden, entwicklungsfähige Eier erhalten. Doch soll auch in Neapel die Zahl der Eier nach mündlichen Mitteilungen mir befreundeter Forscher in den Monaten März bis Mai resp. Juni am größten sein. Die in der Litteratur vorhandenen Angaben sind im einzelnen Folgende: Die schon oben erwähnten drei *Sc. catulus* von R. Meyer (Nr. 3) kamen Oktober 1871 im Hamburger Aquarium an und laichten zuerst am 18. Januar 1872. Nach Doderlein[8]) laichen *Sc. stellare* (*catulus*) und *cani-*

1) Costa, Comptes rendus, 1867.

2) R. Meyer, Die Fortpflanzung der Katzenhaie (*Sc. catulus*) im Aquarium zu Hamburg. Der Zoologische Garten, Bd. 13, 1872, S. 371—372.

3) Schmidtlein, Beobachtungen über die Lebensweise einiger Seetiere innerhalb der Aquarien der zoologischen Station. Mitteilungen aus der zool. Station zu Neapel, Bd. I, 1879, S. 1 ff.

4) Schmidtlein, Beobachtungen über Trächtigkeits- und Ei-Ablage-Perioden verschiedener Seetiere. Ebenda S. 124—136.

5) Schmidtlein, Vergleichende Uebersicht über das Erscheinen größerer pelagischer Tiere und Bemerkungen über die Fortpflanzungs-Verhältnisse einiger See-Tiere im Aquarium. Ebenda Bd. II, 1881, S. 162—175.

6) Day, The Fishes of Great Britain and Ireland. London 1880—1884. Vol. I. p. 310.

7) Lo Bianco, Notizie biologiche riguardanti specialmente il periodo di maturità sessuale degli animali del Golfo di Napoli. Mitteilungen aus der zool. Station zu Neapel, Bd. VIII, 1888, S. 385 ff.

8) Doderlein, Manuale Ittiologico del Mediterraneo. Palermo 1881. p. 22 ff.

cula im Februar und März, vielleicht aber noch zum zweiten Mal im Herbst. Doderlein hat selbst bei einem im Februar 1879 geöffneten Weibchen, welches aus den sicilianischen Meeren stammte, zwei zur Ausstoßung reife Eier gefunden und findet dadurch bestätigt, dass die Ei-Ablage bei *Scyllium stellare* und *canicula* stattfindet vom Ende des Winters vielleicht sogar vom Januar bis Mai. Auch Schmidtlein spricht (Nr. 4) bei *Sc. catulus* von zwei Perioden der Ei-Ablage: eine in den Frühlings- die andere in den Winter-Monaten.

Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir über zu den Mitteilungen über die Art und Weise, in welcher eine genügende Anzahl von *Sc. canicula* in Rovigno beschafft wurde.

Scyllium canicula ist bei Rovigno und dessen näherer Umgebung nicht sehr häufig, findet sich dagegen in großen Mengen an der dalmatinischen Küste und zwar vornehmlich auf dem Schlamm-Grunde bei Zara, woselbst es hauptsächlich mit der Angel das ganze Jahr hindurch leicht zu fangen ist. Die gefangenen Tiere werden in einem Fischkasten gesammelt und sobald eine genügende Anzahl (60—90) beisammen ist, mittels Dampfers nach Rovigno gebracht. Während der ungefähr 24stündigen Reise gehen stets eine Anzahl der Tiere zu Grunde. Am geeignetsten zum Sammeln und zum Transport sind die Wintermonate und zwar vom November bis Februar, einmal wegen der niedrigeren Temperatur und zweitens, weil die Haupt-Laichzeit in das Frühjahr fällt und die Tiere vorteilhaft längere Zeit vorher an den Aufenthalt im Aquarium gewöhnt werden. In den Sommer- und Herbstmonaten ist der Transport der gefangenen Tiere sehr schwierig. Die hohe Wasser-Temperatur an der Oberfläche scheint den Tieren schädlich zu sein, denn es ist vorgekommen, dass dieselben in Rovigno lebend angekommen, im Verlaufe von wenig Tagen aber sämtlich abgestorben sind. Man wird wohl kaum irren, wenn man als Ursache dieses Sterbens den plötzlich eintretenden großen Temperatur-Unterschied annimmt, da die Tiere aus der kühlen Temperatur, welche das Wasser in 10—20 Meter Tiefe hat, in ein Wasser von 22° C. und mehr kommen, zumal da die in den Wintermonaten gefangenen Tiere sich in den Aquarien zu Berlin und Rovigno Jahre hindurch lebend gehalten haben bei Wassertemperaturen von 22° C. Auch den eingewöhnten Tieren scheint eine hohe Temperatur unbehaglich zu sein, denn bei 20—22° C. hören Fresslust und Eiablage auf, um erst bei kälteren Temperaturen wieder zu erscheinen. So kommt es, dass in der Gefangenschaft von September bis Ende November eine zweite Laichperiode vorhanden zu sein scheint, während im Meere auch in den Sommer-Monaten frisch gelegte Eier gefunden werden (vgl. Nr. 7 pag. 385). Hierzu muss noch bemerkt werden, dass im Sommer gefangene *Scyllium* in der Gefangenschaft auch bei Eintritt kühlerer Witterung nicht laichen, sondern dass dies nur schon lange Zeit eingewöhnte Tiere thun.

Die gefangenen Tiere wurden in Rovigno gehalten zu 20 bis 30 Stück in Bassins von 500—600 Litern Inhalt unter beständigem Zu- und Abfluss von frischem Wasser, welches täglich zwei Mal aus dem Meere in das Sammelbecken gepumpt wird, von welchen es sich in die einzelnen Behälter verteilt.

Alle in einem Behälter befindlichen Tiere drängen sich am Tage in einer Ecke zusammen und liegen in einem dichten Haufen neben und übereinander. Zur Zeit der Fütterung schwimmen sie lebhaft mit raschen eleganten Wendungen umher, und suchen die hineingeworfene Nahrung, zu welcher Tintenfische am geeignetsten sind. In der ersten Zeit des Aquariumlebens wird keine Nahrung angenommen, nach kurzer Zeit aber verliert sich die anfängliche Scheu, die Tiere werden förmlich zahm, fressen mit großem Appetit und lassen sich anfassen, ohne allzu ungeberdig zu werden.

Die im Januar und Februar 1897 gefangenen *Scyllium* fingen Mitte Februar an Eier zu legen und hörten damit Anfang Juni auf. Die im August und September 1896 eingefangenen Exemplare lieferten an dem ersten Tage der Gefangenschaft nur ein paar (6—8) Eier und hörten dann mit der Ablage vollständig auf. Sie fingen damit erst Ende März 1897 wieder an, nachdem einige frisch gefangene Männchen zugesetzt worden waren. — Die Männchen dieser Zucht waren im Laufe des Winters 1896/97 sämtlich eingegangen. — Im Berliner Aquarium laichten 1896 die *Scyllium canicula* erst im Juni und Juli und dieselben Tiere fingen auch Ende Mai 1897 wieder an zu laichen, doch waren die Eier dieses Jahres meist unentwickelt, während diejenigen des vergangenen Jahres sich tadellos entwickelt haben, — aus einigen sind sogar Junge gezüchtet worden, welche jetzt fünf Monate alt sind und beträchtlich an Größe zugenommen haben. — Hiermit berühren wir einen Punkt, welcher von großer Bedeutung ist, die Frage, ob es möglich ist, die Eier ohne Schädigung längere Zeit im Aquarium zu halten. Diese Frage muss ich nach den Erfahrungen, welche ich im Aquarium zu Berlin und in Rovigno gemacht habe, unbedingt bejahen. Freilich sterben immer eine Anzahl von Eiern während der langen Dauer der Entwicklung ab, was bekanntlich auch bei Forellen, Lachs und Frosch-Eiern vorkommt. Dagegen spricht die oben erwähnte Thatsache, dass selbst aus Eiern, welche im Aquarium zu Berlin gelegt worden sind, die jungen fehlerlosen Tiere ausgeschlüpft sind, welche heute noch leben, wohl genügend dafür, dass man bei geeigneter Pflege, welche vor allem in der Versorgung mit gutem und frischem Wasser zu bestehen hat, die *Scyllium*-Eier ebensogut wie die Eier anderer Tiere weiter züchten kann. Vor allem hüte man sich davor, die Eier zu häufig anzufassen, dabei scheinen am leichtesten Schädigungen einzutreten, welche meist im Eindringen von Seewasser und damit von Keimen in das Innere der Eischale bestehen. Am vorteilhaftesten ist

es, die Eier mittels der Schnüre so aufzuhängen, dass der breitere Pol des Eies nach unten hängt und das Ei frei im Wasser in einiger Entfernung vom Boden flottieren kann.

Ueber die Zahl der von einem Weibchen während der Haupt-Laichzeit abgelegten Eier und über den Zwischenraum zwischen zwei Ablagen kann ich nur unbestimmte Angaben machen. Nach einer im Sommer 1896 an ca. 80 Eiern im Berliner Aquarium angestellten Beobachtung musste jedes Weibchen jeden zehnten Tag 2 Eier gelegt haben. In Rovigno erhielt ich von 50 weiblichen Tieren während der Monate Februar bis Mai 1897 ungefähr 300—400 Eier, sodass auf jedes Weibchen pro Monat nur zwei Eier kommen. Da es nun leicht möglich ist, dass manche jüngere Weibchen überhaupt noch keine Eier abgelegt haben, so könnte die Zahl der von einem Weibchen abgelegten Eier etwas größer sein, doch kann ich darüber nichts bestimmtes mitteilen. Um über diesen Punkt Gewissheit zu erlangen, müsste man ein Weibchen gesondert halten und die Zahl der in einer Laichzeit gelegten Eier bestimmen.

Fig. 1.

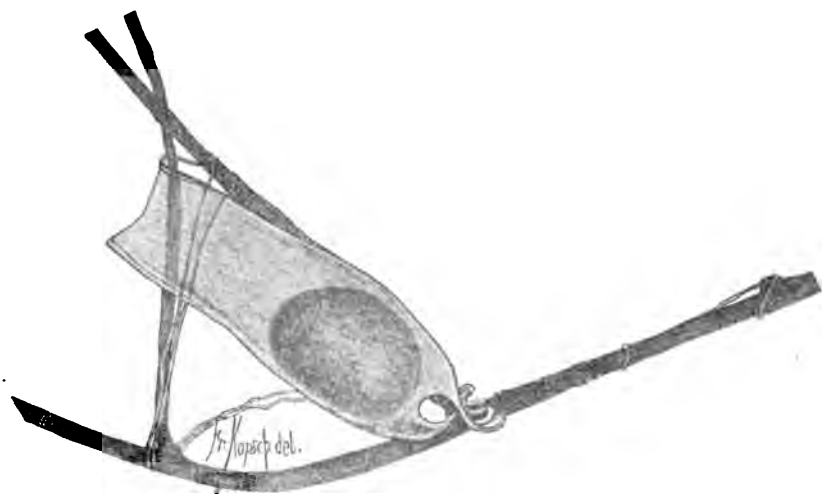


Fig. 1. Ei vom *Sc. canicula* an einem Olivenzweig befestigt. Bei der Befestigung des Eies sind die beiden dünnen Aestchen durch die längeren Ei-Schnüre bis zur gegenseitigen Kreuzung zusammengezogen worden.

Die Ablage der beiden Eier, welche gewöhnlich zur gleichen Zeit oder kurz hintereinander ausgestoßen werden, erfolgt meistens in den Morgenstunden, doch wurde mehrmals beobachtet, dass beim Füttern ein Ei geboren wurde, welchem nach kürzerer oder längerer Zeit das zweite nachfolgte. Der stumpfe Pol des Eies, an welchen die dickeren und kürzeren Schnüre sich befinden, tritt zuerst heraus; die an dem zusammengedrückten Ende befindlichen längeren Schnüre bleiben noch

längere Zeit im Innern des Tieres sitzen, so dass die Eier von dem während und nach der Geburt der Eier sich lebhaft bewegenden Tiere nachgeschleppt werden. Wenn nun bei diesem Nachschleppen die kurzen Schnüre sich irgendwo verfangen, so zieht das Weibchen sich durch das Weiterschwimmen selber die noch im Leibe befindlichen längeren Schnüre heraus.

Fig. 2.

Fig. 2. 3 an demselben Zweig befestigte Eier von *Sc. canicula*. Das vierte ist nicht zu sehen, da es durch die drei anderen verdeckt wird.

Befindet sich innerhalb des Behälters ein Abflussrohr oder ein Stein oder Strauchwerk, so schwimmt das Tier um diese Gegenstände herum und wickelt so die Schnüre fest (Fig. 1 u. 2). Bei Mangel an solchen Gegenständen findet man die Eier auf dem Boden des Bassin liegen. Die Lage, in welcher die Eier befestigt werden, ist verschieden und scheint vornehmlich durch die Gestalt des zur Anheftung dienenden Gegenstandes bedingt zu sein. An dünnen, langgestreckten und senkrecht oder schräg stehenden Stöcken wurden die Eier meistenteils derart befestigt, dass ihr langer Durchmesser parallel der Axe dieser Gegenstände liegt (Fig. 1, 2). Bei der Befestigung an Steinen oder anderen unregelmäßig gestalteten Objekten bildet die lange Ei-Axe alle möglichen Winkel mit der Horizontalen, wobei entweder das stumpfe oder das plattgedrückte Ende des Eies den höchsten Punkt

einnimmt, während bei den in senkrechter Stellung der Längsaxe befestigten Eiern in allen beobachteten Fällen der stumpfe Pol der untere war. Dies soll, wie mir der Konservator der Station, Herr Kossel, aus dem Schatze seiner Erfahrungen mitteilte, an den im Freien gefundenen Eiern fast immer der Fall sein. Aus diesem Grunde hat Herr Kossel schon seit Jahren alle Haifisch-Eier, welche er züchtete, stets mit dem stumpfen Pol nach unten aufgehängt und hat

Fig. 3.

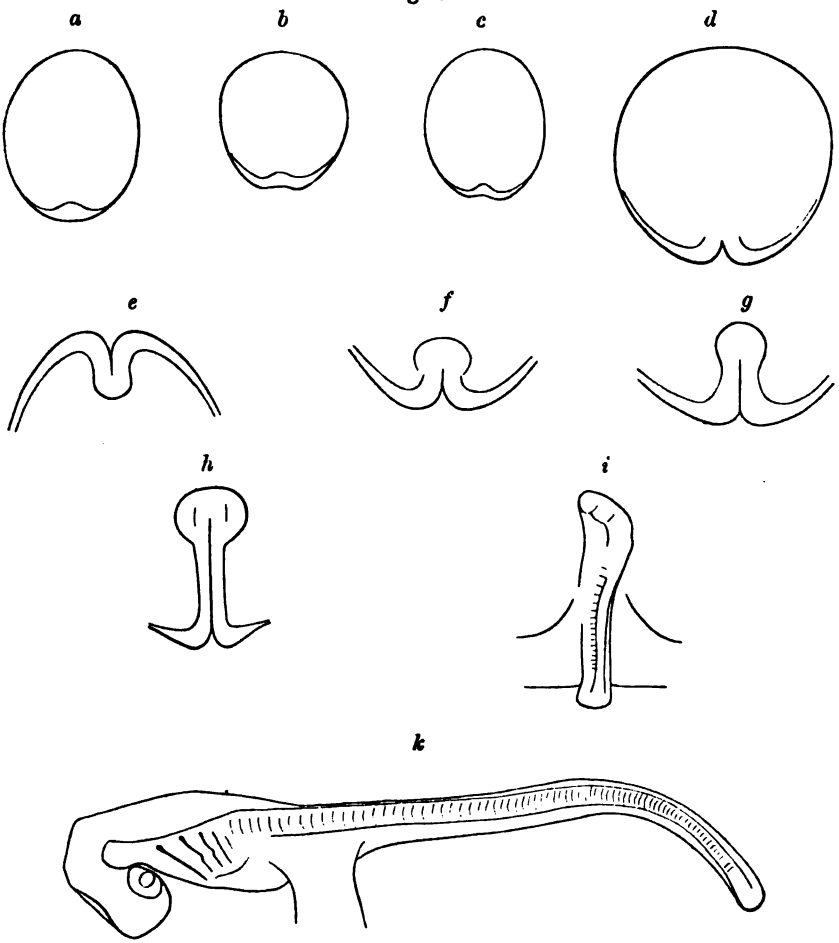


Fig. 3. Keimscheiben und Embryonalanlagen von *Scyllium canicula*. Vergr. 10/1.

a ist alt 91° C; *b* 109° C; *c* 124° C; *d* 172° C; *e* 190° C; *f* 190° C; *g* 220° C *h* 287° C; *i* 324° C, ca. 16 Urwirbel; *k* 637° C, Urwirbel ca. 70.

Die Zeit, welche vergeht zwischen der Ablage der Eier und dem Ausschlüpfen der Jungen schwankt zwischen 6 und 9 Monaten. Die Anzahl der Tagesgrade, deren die Eier bis zum Ausschlüpfen der Jungen bedürfen, beträgt 2680° C nach einem Versuch aus diesem Jahre.

häufig die Jungen bis zum Ausschlüpfen und noch weiter gezogen. In Rovigno befanden sich im Mai dieses Jahres mehrere junge *Scyllium*, welche vor vier Monaten ausgeschlüpft waren und munter fraßen. Im Berliner Aquarium leben heute noch, wie schon oben erwähnt wurde, eine Anzahl von *Scyllium canicula*, welche aus den im vergangenen Sommer in Berlin abgelegten Eiern ausgekrochen sind. Als Futter für die jungen Tiere dient kleingehacktes Fleisch von Cephalopoden.

Das Stadium, auf welchem die Eier abgelegt werden, ist eine Morula, deren einzelne Zellen mit der Lupe noch ganz gut erkannt werden können. Die Lage der Keimscheibe in Bezug auf die Hauptaxen des ganzen Eies zeigt keine Konstanz, wovon ich mich oftmals an eben ausgestoßenen Eiern, welche ich den Weibchen von der Kloake wegnahm, überzeugte. Nach längerer oder kürzerer Zeit aber nimmt die Keimscheibe stets den höchsten Punkt des Eidotters ein, mag das Ei nun senkrecht, horizontal oder schräg liegen. An der Peripherie der Keimscheibe liegt die von den früheren Autoren als Furchungshöhle beschriebene sichelförmige Grube, welche C. K. Hoffmann neuerdings als Urdarmhöhle angesprochen hat, und zwar mit Unrecht, denn dieselbe findet sich erstens auf einem sehr frühen Morula-Stadium, zweitens aber ist der Rand der Keimscheibe nach dieser Grube hin durchaus nicht scharf begrenzt, wie man es von einer Urmundlippe erwarten muss, sondern ist unregelmäßig zackig durch vorspringende Zellengruppen der Keimscheibe. Im Laufe der nächsten Tage schwindet die Grube (wenigstens für den Beobachter des Flächenbildes), die Keimscheibe nimmt eine elliptische Gestalt an. An dem einen Ende derselben erscheint dann eine kleine Verdickung (Fig. 3*a*) und erst etwas später die flache Ausbuchtung, welche die erste Andeutung der Incisura neurenterica darstellt (Fig. 3 *b*).

Was nun die Altersbestimmung der einzelnen Stadien anbetrifft, so habe ich mich bemüht, wenigstens für eine Anzahl jüngerer Stadien festzustellen, wie viel Zeit und wie viel Grad Wasser-Wärme zur Erreichung des einzelnen Stadiums notwendig sind. Eine Bezeichnung der Entwicklungsdauer nach Tagen ist auch bei Angabe der Durchschnitts-Temperatur nur schlecht für den Nachuntersucher zu verwerten, wie ich selber an den Angaben von Kastschenko[1]) erfahren habe, zumal da ich nicht weiß, was derselbe unter „sattelförmiger" oder „rüsselförmiger" Keimscheibe, „knopfförmigem Embryo" etc. versteht. Ich glaube daher im Interesse der Nachuntersucher zu verfahren, wenn ich die einzelnen Stadien, deren Alter weiter unten angegeben wird, durch einfache Kontur-Zeichnungen charakterisiere, welche in genauer zehnfacher Vergrößerung dargestellt sind. Das Alter der einzelnen Embryonen soll ausgedrückt werden durch die Summe der zu-

1) Kastschenko, Zur Entwicklungsgeschichte des Selachierembryos. Anat. Anzeiger, III, 1888, S. 445–465.

sammengezählten Temperaturen der zwischen der Ablage und Konservierung des Eies liegenden Tage. Derartige Altersbestimmungen nach „Tagesgraden", welche in den Kreisen der praktischen Fischzüchter schon lange bekannt sind, haben auch für den Embryologen einen großen praktischen Wert und sollten bei der Anfertigung der von Herrn Keibel angeregten und unternommenen „Normentafeln der Entwicklung" überall, wo es sich erreichen lässt, angegeben werden. Zur Erläuterung des Vorteiles, welchen eine solche Altersbestimmung gewährt, diene folgendes Beispiel: Wenn ein Embryo bei *10°* C Temperatur sechs Tage — also 60° C — gebraucht, um das Stadium *x* zu erreichen, so wird derselbe zur Erreichung desselben Stadium bei *15°* Tages-Temperatur nur vier Tage gebrauchen. In diesem Beispiel ist die längst bekannte Thatsache, dass bei höherer Temperatur die Entwicklung der Eier vieler Tiere schneller, bei niedriger Temperatur langsamer vor sich geht, praktisch verwendet. Die Thatsache aber, dass Entwicklungs-Dauer und Höhe der Temperatur in einem gewissermaßen gesetzmäßigen Verhältnisse zu einander stehen, wie es im obigen Beispiel klar gelegt wurde, muss für die einzelnen Arten und für bestimmte mittlere Temperaturen erst noch bestimmt werden. Für *Scyllium canicula* trifft das gesetzmäßige Verhältnis zu für Temperaturen von 11°—16° C. [101]

Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane.

(Schluss von Nr. 23 S. 858.)

Auch zwischen den *Tubinares* und den *Pelargo-Herodii* giebt es eine Reihe von Aehnlichkeiten, die aber, weil größtenteils als mehr sekundär und allgemein aufzufassen, viel weniger bedeutungsvoll sind. Wie zwischen den *Steganopodes* und *Tubinares* existieren deshalb auch zwischen der zuletzt angeführten Gruppe den *Pelargo-Herodii* durchaus keine wirklichen intimen Beziehungen; hingegen finden sich zahlreiche und bedeutsame Berührungspunkte zwischen den *Pelargo-Herodii* und *Accipitres*. Dieselben bestehen hauptsächlich in der Heftung der Füße (ganze Heftung zeigen *Hemiglottides*, *Scopidae*, *Ciconiidae*, *Cathartes* und die meisten *Vulturidae*; halbe dagegen die *Ardeidae* und *Falconidae*), der Ausbildung der Puderdunen (wenig spezialisiert sind dieselben bei vielen *Falconidae*, besser entfaltet bei *Balaeniceps*, hoch und zahlreich entwickelt bei *Herodii*), der partiellen oder fehlenden Befiederung des Kopfes und Halses, der Anordnung der Flügeldeckfedern, der feinern Textur der Eischale, ferner in der hohen Ausbildung der Pneumatizität, in gewissen Verhältnissen des Rumpfskelettes, zahlreichen Schädeldetails (sehr auffällig ist darunter namentlich die gleiche Gaumen-Konfiguration bei jungen, eben flügge gewordenen Exemplaren von *Falco* und *Ardea* (W. K. Parker), in der

Verbindung beider Coracoide mit dem Sternum, im quantitativ wechselnden, aber qualitativ sehr ähnlichen Verhalten in der Ausbildung der Proc. procoracoideus und in der Verbindung der Furcula mit dem primären Brustgürtel und der Crista sterni, ferner in dem Verhalten der Mm. serrati superficiales, serratus profundus, pectoralis thoracicus, pectoralis abdominalis, supracoracoideus, coraco-brachialis posterior, biceps brachii etc., sowie in dem Verhalten des Kropfes und des Muskelmagens, in der partiellen oder totalen Rückbildung der Caeca, der Syrinxmuskulatur, der Konfiguration des Penis-Rudiments und endlich auch durch mehrere Züge in der Lebensweise und anderes mehr. Zwar haben einige dieser Merkmale nur mehr sekundäre Bedeutung, andere sind mehr allgemeiner Natur, sodass sie, einzeln angewendet, auch für die Vergleichung mit anderen Vogelabteilungen benutzt werden könnten; in ihrer charakteristischen Summierung und zugleich in Verbindung mit den zahlreichen durchgreifenden und tiefer fundierten Uebereinstimmungspunkten repräsentieren sie jedoch schwerwiegende Beweise für die wirkliche Verwandtschaft der *Pelargo-Herodii* und *Accipitres*. Allerdings sind andererseits auch die mancherlei Differenzen, die beide Abteilungen trennen, gleich denen zwischen den *Pelargo-Herodii* und *Steganopodes* nicht zu unterschätzen, aber ebenfalls in der Hauptsache als sekundäre anzusehen. Speziell teilen die *Pelargi* mit den *Cathardidae*, die *Herodii* mit den *Falconidae* die größere Summe von Berührungspunkten.

Nicht allein früher wurden, sondern auch in neuerer Zeit werden von einer Anzahl Forscher die durch die *Hemiglottides* vermittelten Beziehungen der *Pelargo-Herodii* zu den *Limicolae* aufrecht gehalten, Garrod und Forbes haben sogar (auf Grund des Verhaltens der Nasalia) die *Hemiglottides* von den *Pelargo-Herodii* abgetrennt und in nähere Verwandtschaft zu den *Limicolae* gebracht. F. kann aber diese Scheidung nicht billigen, sondern er will die *Hemiglottides* nur als die primitivste Abteilung der *Pelargo-Herodii* zu den *Limicolae* in Beziehung bringen resp. von limikolenartigen Formen ableiten. Er sieht in dem Verhalten der von ihm untersuchten Teile des Skelettes und der Muskulatur, sowie in einzelnen anderen Bildungen zwar gemeinsame Züge, die aber keineswegs eine speziellere und intimere Verwandtschaft begründen, sondern nur der Ausdruck eines recht allgemeinen genetischen Zusammenhanges sind, welche die generalisierten Vorfahren der *Limicolae* als Ausgang für zahlreiche Vogelgruppen und unter diesen auch für die *Pelargo-Herodii* annehmen lässt.

Die *Herodii* haben auch mit den *Fulicariae* (*Rallinae* und *Fulicariinae*) manches gemeinsam. Beide Gruppen werden durch eine sehr allgemeine habituelle Aehnlichkeit verbunden, ferner geschieht dies auch durch das Verhalten des Xiphosternum, die relativ geringe Länge und Breite des Sternum, die Schwäche und geringe Spannung der Furcula, sowie das Verhalten ihres hinteren Endes, die relative

Schmalheit des Beckens, die Art des Ursprungs der Mm. serratus posterior und latissimus dorsi posterior und der Insertion des M. supracoracoideus. Darunter sind einige Merkmale, und zwar namentlich im Verhalten der Furcula, welche ausschließlich den *Herodii* und *Fulicariae* gemeinsam und deshalb gebührend zu schätzen sind. Allerdings muss gleichzeitig auch bedacht werden, dass die Furcula zu den variabelsten Knochen gehört und überdies die übrige Uebereinstimmung nicht derart sind, dass sie eine intimere Verwandtschaft beider Abteilungen hinreichend begründen könnten. Die *Herodii* dürfen daher nicht weiter von den *Pelargi* abgesondert und in größere Nähe zu den *Fulicariae* gebracht werden. F. sieht in diesen Aehnlichkeiten nur den Beweis paralleler Entwicklungslinien, welche von einem geologisch sehr weit zurückliegenden gemeinsamen Ausgangspunkten beginnen.

Nur eine solche Parallelerscheinung erblickt F. auch in der desmognathen Aehnlichkeit von *Cancroma* uno *Podargus*.

Die gegenseitige Stellung der einzelnen Abteilungen der *Pelargo-Herodii* ist sehr verschieden beurteilt worden. Hier sei nur folgendes darüber bemerkt.

Einige Autoren haben auch noch in neuerer Zeit *Ibis* (Cuvier, Kaup), oder *Ibis* und *Tantalus* (Illiger, Eyton), *Platalea* (Illiger), *Ibis* und *Platalea* (*Hemiglottides* s. *Platuleidae*) (L'Herminier, Garrod, Forbes). *Ibis*, *Platalea* und *Tantalus* (Bonaparte 1855) und *Ibis* und *Anastomus* (Reichenbach) von dem Hauptstamme der *Pelargo-Herodii* abgetrennt, die Mehrzahl der Forscher aber dagegen diese Vögel mit dem Hauptstamme an Zusammenhang gelassen.

Zugleich wurden die *Pelargo-Herodii* bald in 2 Abteilungen geteilt: Gattungen, Familien, Tribus, Cohorten, entweder in die *Ardeidae* (*Herodii*) und *Ciconiidae* (*Pelargi*) (dies geschah von Nitzsch 1829, Sundevall, Lilljeborg, Milne Edwards, Garrod, Gadow) oder in die *Tantalidae* und *Ardeadae* (Swainson), oder in *Latirostres* und *Cultirostres* (von De Selys 1842), bald auch in 3 Abteilungen, und zwar entweder in die *Ciconiidae*, *Scopidae* und *Ardeidae* (wie dies Vieillot und Weldon gethan) oder in die *Hemiglottides* (*Plataleidae*), *Ciconiidae* (*Pelargi*) und *Ardeidae* (*Herodii*) (Nitzsch 1840, Huxley, Wallace 1876) oder (nach Eyton) in die *Plataleidae* (exkl. *Ibis*), *Ardeidae* und *Ciconiidae* oder endlich (Schlegel) in die *Ibidae*, *Ciconiidae* und *Ardeae* — ferner zerlegte man die *Pelargo-Herodii* auch in 4, 5 und sogar in 6 Abteilungen. Das erstere that z. B. Reichenbach. Er teilte sie ein in *Ciconiidae*, *Ardeidae*, *Botauridae* und *Plataleidae*; W. K. Parker hingegen zerlegte sie in die *Ardeidae*, *Scopidae*, *Ciconiidae* und *Ibididae*, Carus endlich in die *Hemiglottides*, *Ciconiidae*, *Scopidae* und *Ardeidae*. Zu 5 Abteilungen gruppierte sie Illiger, nämlich in *Ciconia*, *Ardea*, *Scopus*, *Cancroma* und *Anastomus*, Bonaparte 1854, Fitzinger: in die *Tantalidae*, *Plataleidae*, *Cancromidae*, *Ardeidae* und *Ciconiidae*, Reichenow und

[illegible] *Valaenicip* [illegible]
[illegible] *[illegible]deidae*, *Can*[illegible]
[illegible] ihnen B[illegible]
[illegible] *Cancro*[illegible]
[illegible]ilte.

[illegible] äußert [illegible]
[illegible] vielen Z[illegible]
[illegible] Puderdu[illegible]
[illegible] pectora[illegible]
[illegible] sterior und [illegible]
[illegible] Vaculum der [illegible]
[illegible] Darmlagerung [illegible]
[illegible] des Syrinx [illegible]
[illegible] *Herod*[illegible]
[illegible] besonderer Familien
[illegible] dass beide Familien
[illegible] ungen in [illegible]
[illegible] *[illegible]idae*, *Her*[illegible]
[illegible]. Diese Umstände
[illegible] diphyletische [illegible]
[illegible] Konvergenz-Analogie
[illegible] genauere Erwäg-
[illegible] Verhältnissen bei den
[illegible] Ansicht, dass eine
[illegible] sehr weit zurück-

[illegible] Beziehungen zu
[illegible] geneigt, den Ast der
[illegible] der *Hemiglottides*.
[illegible] die beiden ersteren
[illegible]

[illegible] die *Hemi-*
[illegible] der beiden andern
[illegible] dieser Familien
[illegible] kam und dass die
[illegible] des Digestions-
[illegible] gegen in der Aus-
[illegible] Gefäßsystemes etc.
[illegible] die *Pelargi* ältere
[illegible] möchte F. doch die
[illegible] letzteren ein höherer
[illegible] überlassen. [84]

Dr. F. Helm.

[illegible] — Druck der k. bayer.
[illegible] Sohn in Erlangen.

Alphabetisches Namen-Register.

Abbe 308.
Abelous 713.
Agassiz 465 fg.
Albrecht 759, 785.
Alcock 349.
Allen 65 fg.
Allmann 466 fg., 836 fg.
Altmann 384, 406.
Ammon 311.
Anderson 861 fg.
Antipa 466 fg.
Apáthy 288.
Apstein 511.
Arnold 706 fg.
Arnstein 322.
Arrhenius 620 fg.
Arthus 706, 713.
Audubon 69 fg.
Auerbach 152.

Babuchin 94, 684.
Bachmann 69, 142, 212, 213, 599.
Baer 282, 439.
v. Baer 799.
v. Baeyer 45.
Balbiani 336, 694.
Baldwin, J. Mark 385.
Ballance 717.
Ballowitz 717.
v. Bardeleben 800.
Barfurth 413, 415, 591.
Bartels 162 fg., 226, 232.
de Bary 105, 835, 868.
Bässler 17, 34.
Baumgarten 717.
Beauregard 542.
Beddard 266. 856.
Bedot 383, 466 fg., 516 fg., 832.
Behrend 235.
Belajeff 690 fg., 728.
Bell 658.
Bellognin 485 fg., 532 fg., 684.
Bemmelen 222.
Benecke 202, 277,
v. Beneden 159, 747 fg.
Beraneck 466 fg.
Bergmann 608 fg., 684.
Bernard, C. 783.
Bernstein 91.
Berteaux 764.
Besser 502.
Bethe 322, 625 fg.
Betius 798.
Bial 713.
Biarnès 713.
Bibrowski, Stefan 226.
Bilharz 94.
Birge 371.
Bittner 660.
Blainville 426, 847 fg.
Blanchard 32, 207.
Blochmann 201, 207.
Blyth 68 fg.
Bobretzky 388.
Bock 72.
Boettger 207.
Bonaparte 574 fg., 847 fg., 895 fg.
Böhm 10, 420.
du Bois-Reymond 81, 770.
Bokorny 1 fg., 33, 417.
Boll 94, 502, 684.
Bonnet 174.
Bonnier 600 fg.
Born 413.
Botkin 716 fg.
Bourne 466 fg., 513.
Bouleuger 717.
Boveri 592, 723 fg.
Brand 594.
Brandes 239, 346.
Brandt 322, 574 fg.
Brandt, A. 161, 201, 226.
Brandt, J. F. 177.
Brauer 717.
Braun 595, 688.
Braun, M. 201, 207.
Brefeld 140, 351 fg.
Brehm 26, 71 fg., 274, 574 fg., 847 fg., 896.
Bremer 714, 717.
Brisson 574 fg., 847 fg.

Brockmaier 437.
Bronn 430.
Brücke 85, 99.
v. Brunn 203, 383, 717.
Bryhn 48.
Buchner 428, 709 fg.
Buckle 84.
Budde-Sund 207.
Bullemer 205, 383.
Büllersbach 233.
Bürger 207.
Burmeister 574 fg., 848 fg.
Burt-Wilder 764.
Bütschli 58, 152 fg., 207, 257 fg., 286, 288, 291 fg., 305, 384, 410, 841, 869 fg.

Calkins 690 fg., 733 fg.
Calandruccio 867.
Campell, Douglas 364.
de Candolle 105.
Canestrini 208.
Cano 349.
Canu 208.
Car, Lazar 426.
Carbonnier 277.
Carnoy 159, 704, 722 fg.
Carpenter 308.
Carrière 684.
Carus 574 fg., 848 fg., 895.
Catchpool 128.
Čelakowsky 864.
Celli 866.
Certes 322.
Chantran 346 fg.
Chapeaux 466 fg., 520 fg.
Charleyworth 68.
Chrzonschtzewsky 321.
Chun 207 fg., 315, 466 fg., 514 fg.
Claparède 57 fg., 266, 317.
Claus 317, 356, 574.
Clessin 663.
Condorcet 765.
Cornay 582, 851 fg.
Costa 886.
Costantin 101 fg.
Coues 574 fg.
Crampton 388.
Credner 657 fg.
Crosse 660.
Cruveilhier 765.
Cuénot 832.
Cuvier 576 fg., 848 fg., 895.
Czerski 657, 664.

Dahl 207.
v. Dalla Torre 207 fg.
Dallinger 305.
Danielssen 466 fg., 524.
Danilewsky 364, 867.
Darwin 97, 127, 142 fg., 163 fg., 179 fg., 227 fg., 276, 600 fg., 838.
Daub 572.
Day 887.
Dellinghausen 587.
Denissenko 502, 684.
Descartes 587.
De Selys 895.
Detmer 544.
Deutschmann 395.
Dewitz 588.
Diez 182.
Disse 800.
Dixon 695 fg., 737 fg.
Doderlein 887.
Doederlein 207.
Dogiel 626 fg., 708 fg.
Doherty 567.
v. Donat 867.
Donders 395.
Dorfmeister 184.
Douglas Campbell 364.
Doyère 753.
Driesch 592, 781.
Drüner 868.
Drysdale 305.
Dugès 427.
Dujardin 58 fg.
Duncker 785, 815.
Dürigen 831.
Dybowski, B. 658 fg.
Dybowski, W. 659 fg.

Eberhardt 259.
Eberth 800.
Eble 233.
Ebner 408.
Ecker 167 fg.
Ehlers 207 fg.
Ehrenbaum 382.
Ehrenberg 59, 321.
Ehrlich 322 fg., 406.
Eichwald 661
Eigenmann 787, 825.
Eimer 142, 179 fg., 213 fg., 378 fg.
Eisen 266.
Eisenlohr 38.
Eisler 756 fg., 800.
Eismond 336.
Elliot 580.
Emery 142, 208, 267.
Emmerich 711.
Endres 720.
v. Erlanger 142, 339, 723, 745.
Errera 602.
Escherich 542.
Eschricht 167, 227.
Exner 232, 317 fg.
Eylmann 357.
Eyton 574 fg., 848 fg., 895.

Fabre-Domergue 58 fg., 205.
Fairchild 727.
Faraday 91.
Farmer 695 fg., 728 fg.
Farland 726.
Fatio 76 fg.
Feletti 866.
Fick 800.
Fickert 187.
Fischer 595, 660.
Fischer, P. 662.
Fitzinger 574 fg., 848 fg.
Fleming 66 fg.
Flemming 336 fg., 693, 721 fg.
Flögel 304.
Flourens 764 fg.
Flower 766.
Flügge 710.
Fodor 711.
Fol 383, 388, 510.

Foltz 764 fg.
Forbes 576 fg., 852 fg., 895.
Forel 684.
Fraisse 413.
Francé, Raoul 305 fg.
Franklin 96.
Freidenfelt 808.
Frenzel 147, 190, 199, 364, 510 fg., 588, 801.
Friedel 199.
Friedenthal 288, 416, 705.
Friedländer 684.
Friese 208.
Fritsch 94.
Fuchs 659 fg.
Fürbringer 573, 846, 893.
Fürst 176.
Fusari 684.

Gadow 574 fg., 851 fg.
Galeotti 322 fg.
Galton 312, 485 fg., 816 fg.
Galvani 95.
Garbowski 128.
Gardner 394.
Garrod 574 fg., 847 fg., 895.
Gätke 72 fg.
Gauss 786.
Gautier 30.
Gebhardt 415.
Gegenbaur 766.
van Gehuchten 485 fg., 684, 694.
Gerbe 871.
Gerlach 321, 395, 592, 684.
Gervais 574 fg., 855.
Gerstfeldt 659 fg.
Gevaert 602.
Giard 208.
Gierke 606, 684.
Giesbrecht 207 fg., 316.
Gilson 694.
Gloger 69 fg.
Goethe 765.
Goldschneider 715.
Golgi 485 fg., 580 fg., 640 fg., 684, 866.
Gosse 469.
Goto 466, 521.
Goulen 233.
v. Graff 208.
Graham 361.
Grandidier 574, 852 fg.
Grassi 866 fg.
Gray 574 fg., 848 fg.
Greef 881.
Grenacher 317, 466 fg., 521 fg.
Grobben 350.
Grube 659.
Gruber 881.
Gryns 624.
Guignard 737 fg.
Gulick 128.
Gürber 623.
Gutzwiller 546.

Haacke 233, 719, 831.
Haase, Erich 187 fg.
Haast 585.
Haeckel 127 fg., 238, 321, 411, 466 fg., 880.
Häcker 689, 721.
Hahn 710.
Hahnel 188.
Hallez 832.
Halliburton 832.
Halske 97.
Hamann 473 fg.
Hamburger 620, 711.
Handlirsch 207.
Hardy 466, 514.
Harmsen 713 fg.
Hartert 66, 208.
Hartlaub 574 fg.
Hartleb 8.
Hartog 305.
Hartwig 802.
Harvey 84.
Hase 172.
Hassall 136.
Hatschek 588, 766, 882.
Hauptfleisch 293, 299.
Hausen 94 fg.
Hauy 85.
Headley 77.
Hector 585.
Heck 831.
Heidenhain 321, 512, 751, 800.
Heidegger 510.
Heider 484.
Heincke 201, 382.
Held 512.
Helm 896.
Helmholtz 85 fg., 587.
Henle 85, 395.
Henking 199 fg., 381.
Henneguy 205, 750.
Hensen 190 fg., 364 fg., 510, 685.
Hermann 89 fg., 749.
Herberstain 794.
Herbert 585 fg.
Hermes 886.
Herrick 349, 502.
Hertwig, O. 205, 395, 415, 469 fg., 591 fg., 685, 695, 720, 749, 766, 769 fg., 838.
Hertwig, R. 336, 469, 704, 727, 831.
Hertz 589.
Hessler 72.
Hessling 395.
Heuscher 210 fg.
Heymons 393 fg.
Hickson 466 fg.
Hirsfogel 794.
His 485 fg., 537, 642, 685.
Hochreutiner 100.
Hochstetter 800.
Hoernes 585.
Hoernes, Rud. 657.
van t'Hoff 620.
Hoffbauer 205.
Hoffmann, C. K. 892.
Holl 761, 766, 800.
v. Homeyer 71 fg.
Hudson 386.
v. Humboldt 657 fg.
Humphry 766.
Hunt 67 fg.
Huxley 574 fg., 629, 766, 847 fg.
Hyatt 182.

Jacob 715.
Jaktorówka 798.
James-Clark, H. 55 fg.
Jameson 66.
Jammes 832.
Janet 267 fg.
Janowsky 706, 717.
Jaquet 832.
Jensen 883.
Jewtichjew, Adrian 163.
v. Ihering 267 fg.
Jickeli 473, 513 fg.
Illiger 574 fg., 847 fg., 895.
Joest 415.
Jolles 755.
Jones, Annie 227.
Jönniges 393.
Joubin 832.
Ischikawa 690, 733 fg.
Juel 744.
Julien 766.
Julin 832.
Julius 323.
Iwanzoff 465 fg., 576 fg.

Kant 770.
Kastschenko 892.
Kaup 574 fg., 848 fg., 895.
Keeler 77.
Keferstein 430.
Keibel 893.
Keller 99, 241, 440, 545 fg.
v. Kennel 161 fg., 229 fg.
Kelvin 589.
Kilian 395.
Kinoshita 16.
Kirchhoff 779, 831.
Kirchner 593.
Klebahn 299.
Klebs 10, 40, 129.
Kleinberg 468.
Klinckowström 733 fg.
Knop 130.
Kobelt 207 fg.
Koehler 832.
Koenig 424.
Koeppe 623 fg., 711.
Kofoid 393.
Kolbe 207 fg.
Kölliker 169, 384, 395, 489 fg., 609, 666 fg., 685, 746, 754, 766, 812.
Kollmann 552 fg., 814.
Kolosoff 409.
Konow 208.
Kopsch 885.
Korolew 709.
Korotneff 474 fg.
Korschelt 147 fg., 734 fg., 868.
Koschevnikow 685.
Kossel 886 fg.
Kostanecki 751.
Kowalewsky 322, 358.
Kraepelin, K. 201, 208.
Kramer 208.
Krao 175.
Kraus 240.
Krause 766.
Krauss 207.
Krukenberg 754.
Kruse 866.
Kudelski 337.
Kuhnt 800.
Kükenthal 145.
Kultschitzky 400.
Kunstler 832.
Kuthy 711.

Labbé 688.
Lachmann 56 fg.
Lahousse 485 fg., 607, 685.
de Lamarque 835.
Lang 430.
Lankester 266.
Lartet 585 fg.
Latham 582, 851 fg.
Latschenberger 708.
Latreille 848.
Latzel 207.
Laurent 6 fg.
Lauterborn 208, 286, 289 fg.
Laveran 865 fg.
Lebedinsky 113.
Lebrun 704.
Lehmann 623.
Lemoine 585 fg.
v. Lendenfeld 208, 282 fg., 439 fg., 465, 513.
v. Lenhossek 486, 534 fg., 674, 685.
Lenz 201, 208.
Lépine 713.
Lesson 847.
Leuckart 359 fg.
Levi 512.
Lewit 714 fg.
Leydig 281.
L'Herminier 574 fg., 848 fg., 895.
Lieberkühn 259 fg.
Liebig 84.
Lilienfeld 713 fg.
Lillie 388, 393 fg.
Lilljeborg 574 fg., 848 fg., 895.
Lindau 288, 352, 376.
v. Linden 179, 213, 428.
Lindner, G. 865.
Linné 574 fg., 847 fg.
Lo Bianco 886.
Loeb 414, 592.
Loew 2 fg., 38 fg.
Loewe 488, 685.
Loewit 717.
Lohmann 208.
Loisel 396, 398.
Loos 718.
Lornsen 382.
Lotze 771 fg.
Lubbock 272.
Lubimoff 488, 502, 685.
Ludwig 96.
Lugaro 485 fg., 533 fg., 611, 640 fg., 667 fg., 685.
Lukianoff 834 fg.
Lund 22
Lütken 22, 27.

Mac Farland 726.
Magendie 84.
Magigot 178.
Magini 685.
Magnus 85.
Malepa 432.
Mannaberg 865 fg.
Marcgraf 848.
Marchiafava 866.

Marchal 267 fg.
Mark 160.
Marmorec 712.
Martens 147, 661, 831.
Martin 766.
Martins 759 fg.
Massurow 177.
Mateucci 84.
Matschie 831.
Matzdorff 199, 381.
Maurer 172.
Maxwell 589.
Mayer 364.
Mayer, Paul 349 fg.
Mehnert 800.
Mehring 624.
Meisenheimer 393.
Melzer 756.
Menge 712.
Merkel 174, 800.
Merrem 851 fg.
Merrifield 184, 561 fg.
Mesnard 250.
Metschnikoff 709 fg., 866.
Mewes 73 fg.
Meyer 395.
Meyer, A. 6 fg., 420.
Meyer, R. 886.
Meyer-Dürr 564.
Meyer, Herm. 760.
Michael 208.
Michaelsen 208, 260 fg.
Michailow 755.
Michalkowicz 685.
Mik 207.
Milne Edwards 574 fg., 848 fg., 895.
Milz 207.
Minot 180, 185, 221 fg., 497, 685.
Mitrophanow 322.
Möbius 201 fg., 207, 383, 469.
Mohl 835.
Möller 351.
v. Monaco 316.
Moniez 832.
Monti, Rina 637 fg.
Moore 694 fg., 722 fg.
Moquin-Tandon 427.
Morgan 385 fg., 415, 592.
Mottier 690 fg., 728 fg.
Müller 201.
Müller, Erik 592.
Müller, H. 600.
Müller, Johannes 84 fg., 191, 364.
Müller, O. 287, 289.
Murbach 465 fg., 515 fg.
Murrich 467.
des Murs 574 fg., 847 fg., 896.

Nadson 841.
Naegeli 2 fg., 47, 181, 620.
Nagel, W. 280, 800.
Nalepa 208.
Nasonow 832.
Neef 85.
Nehring 547 fg., 794.
Nekrassow, Marie 227.
Nemec, Bogumil 640.
Nencki 755
Neugebauer, L. 226.
Neumann, Lina 175 fg.
Neumayr 658 fg.
Neumeister 755.
Newton 576 fg., 848 fg.
v. Neuwied 848.
Nicéville 567.
Niesch 545 fg.
Nitzsch 574 fg., 847 fg., 895.
Nobili 85.
Noll 650.
Nrech 223.
Nusbaum, Józef 260, 625.
Nussbaum, M. 467 fg., 513 fg.
Nutall 710.

Obersteiner 502, 532, 608, 620, 685 fg.
Oborny 862.
Ochsenius 658.
Oehl 407.
Oesten 193.
Oglivie-Grant 77, 208.
Ogneff 396, 488.
Ord 66 fg.
Ortmann 208, 385.
Osborn 385 fg.
Osterhout 700, 728 fg.
Oustalet 832.
Overton 621 fg.
Owen 574 fg., 851 fg.

Paget 232.
Pallas 658.
Paris 205.
Parker 574 fg., 847 fg., 893.
Pasteur 834.
Pastrana, Julia 162 fg.
Patten 317.
Patzelt 863.
Pearson 831.
Pelseneer 832.
Penk 546, 664.
Pérez 603.
Perrier 266.
Peschel 657, 664.
Peter der Große 179.
Peters 242, 886.
Petersen 818, 825.
Petri 415.
v. Pettenkofer 36 fg., 425.
Pfeffer 41, 207 fg., 322, 588, 620.
Pfeifer 37, 875.
Pfeuffer 408.
Pfitzner 800.
Pflüger 87 fg.
Piersing 208.
Plate 208, 430 fg.
Plateau 599.
Plinius 796.
Pohl 85.
Poisseuille 524.
Poljakow 395.
Popoff 485, 530, 605, 640, 664.
Poulton 571.
Präuscher 178.
du Prel 127.
Prenant 336.
Prenant 832.
Prowazek 587, 879.
Przesmycki 321, 353.

Przewoski 717.
Puffinus 576.
Purkinje 407 fg.
Purland 177.
Puschmann 800.

Quatrefages 427.
Quenstedt 585.

Rabl 754.
Radele 658.
Radklofer 39.
Railliet 832.
Rakowski 260.
Ram-a-Samy 175.
Ramón y Cajal 485 fg., 532 fg., 609 fg., 641 fg., 665 fg., 686.
Rankine 587.
Ranvier 395.
Raoult 623.
Rath 625 fg.
vom Rath 696 fg., 722 fg.
Räuschel 409.
Rawitz 808 fg.
Recklinghausen 407, 706 fg.
Reichel 147.
Reichenbach 574 fg., 848 fg., 895.
Reichenow 207 fg., 576, 847 fg., 895.
Reissig 323.
Remak 395.
Retzius 485 fg., 609, 625 fg., 666 fg., 686.
Rhode 686.
Rhumbler 208.
Ribbert 716.
Richard 208, 280, 832.
Rimsky-Korsakow 257.
Rindfleisch 686.
Romanes 128, 187.
Römer 715.
Roscoe 249.
Rosenthal, J. 81, 590.
Rosenthal, Werner 30, 411.
Rossbach 686.
Rossmässler 147.
Rotschild 66.
de Rotschild, L. W. 208.
Roule 832.
Roux, W. 413 fg., 591 fg., 720, 769 fg., 838.
Rückert 692 fg., 733 fg.
Rudolphi 105.
Ruthven 296 fg.
Rywosch 733.

Sabatier 764 fg.
Sachs 94.
Sala 723.
Salkowski 723.
Salvin 582, 849 fg,
Sandberger 661.
Sarasin 556.
Sarassin 588.
Sargant 693 fg., 732 fg.
Sauerwald 97.
Saunder 68.
Schäffer 222.
Schaper 485 fg., 532 fg., 607 fg., 644 fg., 673, 686.
Schattenfroh 710.
Schaudinn 208, 467 fg., 727, 883.
Schenk 100.
Schenkling 65.
Schewiakoff 259 fg., 727, 881.
Schiemenz 799.
Schlater 588, 833.
Schlegel 574 fg., 848 fg., 895.
Schlegel, Herm. 70 fg.
Schleiden 770, 835.
Schlewiakoff 881.
Schmeil 208.
Schmidt 42.
Schmidt, F. W. 864.
Schmidtlein 275, 280, 886 fg.
Schmiedeknecht 208.
Schneider, K. C. 467 fg., 514 fg.
Schoch 875.
Schopenhauer 772.
Schott 308.
Schreber 658.
Schreiber 212.
Schreiber, Witold 625.
Schröter 209, 593.
Schultze, M. 94, 290.
Schultze, O. 384, 592, 687.
Schulze, F. E. 206 fg., 278 fg.
Schumacher 708.
Schützenberger 31.
Schwalb 880.
Schwalbe 281, 408, 619, 686, 800.
Schwann 85, 395, 835.
Schweizer 545.
Schwendener 771.
Sclater 577 fg., 847 fg.
Seitz 207, 572.
Selenka 831.
de Selys 574, 847 fg., 895.
Semper 542.
Seneca 796.
Severtzoff 75 fg.
Sharpe 77, 208, 574 fg.
Sherrington 717.
Shwe-Maong 165.
Sibmacher 798.
Sicherer 712.
Siebenmann 800.
Siebold 58 fg., 162, 167.
Siefert 284.
Siemens 99.
Simon 832.
Simroth 182, 427.
Sjobring 841.
Slaby 831.
Smith 798.
Solger 512.
Sörensen 25.
Spee 800.
Spencer 127, 838.
Spengel 207 fg., 814 fg.
Spitzer 713.
Spuler 559, 708.
Stahl 375.
Stahr 273.
Standfuss 184, 566.
Stead 826.
Stebbing 208.
Stefani 485 fg., 532 fg., 684.
Steffens 83.

Stein 58 fg., 871 fg.
Stephenson, Ware 308.
Stettler 658.
Stieda 686, 756.
Stoklaser 11.
Stoliczka 662.
Stölzle 799.
Strasburger 689 fg., 741.
zur Strassen 344.
Strasser 711.
St. Rémy 832.
van der Stricht 726.
Studer 547 fg., 832.
Sudakewitsch 395.
Sundevall 574 fg., 847 fg., 895.
Sussdorf 173.
Susta 23.
Swanson 574 fg., 847 fg., 895.
Syme 128.

Tänzer 398.
Temminck 66, 574 fg., 847 fg.
v. Thanhoffer 631.
Thaxter 375 fg.
Thiele 814.
Thilo 20.
Thompson 587, 785, 820, 826.
Tiebe 605.
Timofejewski 715
Toldt 800.
Topsent 832.
Tornier 376, 848.
Trappe 624.
Traube 620.
Traube-Mengarini, Margherita 29.
Trinchese 167.
Troussart 832.
Tschermak 588.
Turenne, A. 765.

Ude 261.
Unbehaun 124.
Unger 686.
Unna 167, 398.
Ursler, Barbara 165.
Utzel 208.

Valentin 409, 686.
Vaucher 135.
Vejdovsky 359.
Verhoeff 542.
Verworn 706, 838.
Vialleton 746 fg.
Vicq d'Azyr 764 fg.
Vieillot 895.
Viguier 467 fg., 520, 524.
Vignal 488, 686.
Virchow 163 fg., 233, 395, 407, 835.
Vöchting 415.
Vogt 178.
Voltz 95.
de Vries 620 fg., 838.

Wagner, J. 467 fg., 832.
Wagner, M. 183.
Waldeyer 166, 174, 235.
Wallace 576 fg., 848 fg., 895.
Wallengren 55, 881.
Walter 199.
Walthard 712.
Ware Stephenson 308.
Warren 785 fg., 820, 826.
v. Wasielewski 688, 875.
Wasmann 800.
Watase 746 fg.
Weber 84.
Weber, C. A. 862.
Weber, Max 832.
Weisbach 297.
Weigert 687.
Weinland 74 fg
Weismann 142 fg., 182 fg., 270, 386, 560 fg., 592, 783, 838.
Weiss 711, 717.
Weldon 785 fg., 820, 826, 848 fg., 895.
Weltner 147, 208.
Werner 381, 861.
v. Wettstein 861.
Wetzel 415, 592.
Wheeler 703 fg.
Whitear 66.
Wiedemann 85.
Wiedersheim 768.
Wierzejski 389.
Wiesner 239, 243 fg.
Wilckens 796.
Wille 132 fg.
Wilson 467, 513 fg., 592, 737.
Winkel 205.
Wohltmann 652.
Wolff 592.
v. Wolter 400 fg.
Wooldridge 707 fg.
Wrzesniowski 797.
Würtenberger 182.

Yarrel 66 fg., 171.

Zacharias 241 fg.
Zacharias, H. C. E. 858.
Zahn 415.
Zander 800.
Zelinka 208, 832.
Zeller 884.
Zenker 880.
Ziegler 152 fg.
Ziehen 800.
Zimmermann 705.
Zoja 415, 465 fg., 516 fg., 592.
Zschokke 320.
Zuckerkandl 800.
Zvennerstedt 56 fg.

Alphabetisches Sachregister.

A.

Aal 202.
Abänderungsspielraum 311.
Abramis ballerus 201, *vimba* 201.
Acanthias vulgaris 201.
Acanthiptera inanis 272.
Acanthopleurus 28.
Acanthurus 28.
Accipiter nisus 77.
Accipitres 576 fg., 582, 848 fg., 893 fg.
Accommodation 387.
Acetessigester 4 fg.
Acephalen, Nervensystem der 808.
Acer campestre 247.
Acerina 28, *cernua* 202, 381, Strahlzahl der Flossen 785, 815.
Achnanthidium flexellum 595.
Acrochordus 860.
Achromatische Teilungsfigur 721.
Acipenser sturio 201.
Ackerwühlmaus 547.
Actinia equina 474, 484.
Actinien 204, 364, 465 fg., 513 fg., 592.
Actinosphaerium 324 fg., 355 fg.
Actinosphandium 332.
Actinophrys sol 727 fg., 885.
Adamsia 347, 514 fg., *Rondeletii* 468 fg.
Adrian Jeftichiew 163.
Aeoliden 484.
Aeolis Farrani 487.
Aepyornis 586.
Aepyornithidae 586.
Aequorea forskalea 704.
Aethylaldehyd 423.
Aethylalkohol 3 fg.
Aethylen 6 fg.
Aethylendiamin, Verhalten der Bakterien gegen 46.
Aethylenglykol 14.
Affen, Behaarung der 231.
Affenmensch 178.
Agalma 479, 520 fg., 470 fg., *clausii* 447 fg., *rubrum* 520.
Agesilaus 216 fg., *Protesilaus* 183, 214 fg.
Agestes 189, 214.
Agnopterus 851.
Ajax 215 fg., *Marcellus* 217, *Walshii* 217.
Aiptasia 480, 517.
Aktionsströme 92.
Albinismus 755.
Albizzia moluccana 247.
Alca impennis 585.
Alcidae 574 fg.
Alcyonium digitatum 204. 476, 479 fg.
Aldehyde 4, Erhöhung der Nährfähigkeit org. Subst. durch die Aldehydgruppe 4, Giftwirkung der A. 4.
Aldrovanda 40, 100.
Alebion 189, 223 fg., *Paphus* 214.
Alectorides 847 fg.
Alectoromorphae 847.
Alexine 710 fg
Algen 209 fg., 375, 417, 594, Bedingungen der Fortpflanzung der 129, des Bodensees 594 fg., inkrustierende 597 fg., org. Ernährung der 5 fg., 35 fg., des Rheins 36 fg.
Algenreinkulturen 130 fg.
Algiroides 379.

Alheris 860.
Alkaloide, Wirkung der auf Leukocyten 708.
Alkohole, Nährwert für Pflanzen 3 fg.
Allium 731 fg., *fistulosum* 690.
Alpenhaase 549.
Alpenlerche 550.
Alpenschneehuhn 549.
Althaea rosea 602.
Alytes 378.
Ameisensäure 2.
Amidokörper, Nährwert f. Pflanzen 15.
Amitose 337 fg.
Ammer 547.
Ammocoetes 379.
Ammodytus lanceolatus 202, *tobianus* 201, 203.
Ammoniak 420 fg., weinsaures 423
Ammonitenschalen 182.
Ammonites arietiformis 558, *subrotiformis* 558.
Amoeba binucleata 727, *radiosa* 879.
Amoeben 512, 802, 866 fg., 878.
Amphacanthus 28.
Amphibieneier 378 fg.
Amphibienlarven, Farbe der 378 fg., Verwachsungsversuche mit 413, 591.
Amphioxus 379, 592, 729.
Amphipoden 318 fg.
Amphisile 28.
Amphiura filiformis 203.
Amylalkohol 7.
Anabaena flos aquae 210, *circinalis* 595.
Anarrhichas lupus 201.
Anas 582, *acuta* 548.
Anastomus 855.
Anatidae 582.
Anatinae 584.
Anatomie des Menschen, Handbuch der 800, Lehrbuch der mikrosk. 383.
Ancylus fluviatilis 437, *sibiricus* 659.
Androcles 214 fg.
Anemona japonica 604.
Anemonia sulcalta 474.
Anguilla vulgaris 201.
Anhymenia Steinii 61.
Anilin 9.
Anneliden 324, 388, 412.
Anodonta, anatina 813, centrales Nervensystem der 808.
Anpassung 126 fg., 315 fg., 567, funktionelle 274, phanerogamischer Landpflanzen an das Leben im Wasser 99.
Anpassungserscheinungen des Phytoplankton 211.
Anseranatinae 585.
Anseres 574 fg., 847 fg.
Anseriformes 576 fg.
Anthemodes ordinatus 472.
Antheus 217, *evombaroides* 217.
Anthocaris 572.
Anthomia 272.
Anthophyten 210.
Anthozoen 469, 479.
Anthrax-Bacillus 212, 841.
Anticrates 215 fg.
Antiphates 183, 214 fg.
Antipyrin 9.
Antirrhinum majus 601.
Anuren 378 fg., 859.
Apaturen 569 fg.
Apfelsäure 4 fg.
Aphanizomenon 373.
Aphanocapsa brunnea 598, *castagnei* 598.
Aphanochaete Braunii 138, *repens* 138.
Aphrodite 203.
Apis 269, *mellifera* 602.
Apoica 273.
Apolemia uvaria 471 fg.
Aquila fulva 550.
Arachnomysis 316 fg.
Arami 852 fg.
Aramidae 855.
Aramnis 856.
Araschnia 570, *levana-prorsa* 564 fg., *porima* 564 fg., *strigosa* 570.
Arbeit, geistige, Einfluss auf die Ermüdung der Schüler 440.
Arcesilaus 216.
Archaeopteryx 587, 849 fg.
Ardea 893.
Ardeidae 851 fg., 893 fg.
Arenicola marina 203, *minor* 203, *piscatorum* 205.
Argala 854.
Aristaeus 216 fg.
Aristeoides 216 fg.
Aritheus 217.
Arius 28.
Arm, Homologie von A. und Bein 756.

Armleuchtergewächse 39, 94.
Arrhenoidie 228, 239.
Artbildung bei den Schmetterlingen 179, 213.
Artefakte vom Schweizersbild 557.
Arthropoden 324, 412.
Articulata 411 fg.
Arvicola 549, *agrestis* 547, *amphibius* 547 f., *arvalis* 547 f., *glareolus* 547, *gregalis* 547, *nivalis* 547, *ratticeps* 547 fg.
Ascaris 693, 722, *lumbricoides* 239, *megalocephala* 153 fg., 340 fg.
Askoidien 877.
Asparagin 2 fg., 34.
Asparaginsäure 8.
Aspirotricha 324.
Assimilation 773, der Kohlensäure 1, organischer Stoffe durch grüne Pflanzen 1 fg., 33.
Astacus 346 fg., 625 fg., *vulgaris* 349.
Astatisches Nadelpaar 85.
Asterias 185, 218 fg., *glacialis* 204.
Asterionella gracillima 211.
Astrangia danae 469, 478 fg.
Atavismus 143 fg., 167, 185, 230 fg., 313, 378, 565, 729 fg.
Atlantis 315.
Atmungsorgane der Vögel 282.
Atracaspis 379.
Atrichie, angeborene 173.
Attraktionssphäre 747.
Auerhahn 547.
Auge 315 fg., Anpassung ans Leben bei schwacher Belichtung bei Crustaceen 315 fg., pelag. Organismen 315 fg.
Auricula Judae 351.
Auricularia 351.
Auslese, natürliche 311.
Auster 204.
Autobasidiomyceten 352.
Autoblasten 844
Autokineonten 774.
Automerizonten 774.

B.

Bacillariaceen, Ortsbewegung der 289.
Bacillus anthracis 212, 841, *subtilis* 212, *tumescens* 212, physiologische Bedingungen der endogenen Sporenbildung 212.
Bacterium lineola 306, *prodigiosum* 842, *termo* 306.
Bagrus 88.
Baicalia sensu stricto 662.
Baicaliinae 662.
Baikalsee, Fauna des 657.
Bakteriaceen 807.
Bakterien 3 fg., 354, 410, 422 fg., 512, 594 fg., 802, 833, Biologie der 833, chemische Fähigkeiten der 46, Fähigkeit des Blutes B. zu vernichten 833, der Flüsse 37 fg.
Balaena mysticetus 201.
Balaenicipidae 852 fg., 896.
Balantitium 324, 327.
Balanus crenatus 204.
Baldriansäure 7.
Balistinen 23.
Balistes 28.
Bär 547 fg., 551.
Barbe 28.
Barbus fluviatilis 280.
Barsch 22 fg., 28.
Bart der Mannweiber 161 fg., 226, des Menschen 161 fg., 226 fg.
Basidiobolus 724, *ranarum* 727.
Basidiomyceten 351.
Basilikum 256.
Bastardbefruchtung kernloser Eifragmente von Seeigeln 592.
Batrachium 38.
Batrachospermum 40.
Befruchtung der Nematodeneier 152, 339, Unmöglichkeit der 186.
Begattung der Dekapoden 346, der Goldfische 275 fg.
Beggiatoa 803, 840, *alba* 37, 598, *arachnoidea* 598.
Beggiatoen 37 fg.
Behaarung des Menschen 161, 226 fg.
Bein, Homologie von Arm u. B. 756.
Bellamnites 558.
Bellerophon 189 fg., 214.
Beleuchtungsapparate 288.
Belone vulgaris 201.
Benedictia baicalensis 662, *fragilis* 662, *limnaeoides* 659 fg.
Bentheuphausia 316.
Benzoësäure 2 fg.
Bergmann'sche Fasern 609.

Berliner Gewerbe-Ausstellung, Fischerei auf der 199, 381.
Bernsteinsäure 3 fg.
Betula alba 247.
Bewegungserscheinungen bei Diatomeen 287.
Bewegungsorgane der Pulmonaten 426 fg., der Vögel 573, 846.
Biber 549 fg.
Biene 599.
Bierhefe, Ernährung der 20.
Biflagellaten 305.
Bioblasten 406, 842.
Biocönose 205.
Biogenen 838.
Biogenetisches Grundgesetz 236 fg.
Biologische Anstalt auf Helgoland 382.
Biologische Station „Müggelsee" 801.
Biophoren 838.
Birkhahn 549.
Bison 549, 794, *americanus* 795, *europaeus* 795.
Blatt der Wasserpflanzen 100 fg.
Blepharisma lateritia 869.
Blepharismen 869 fg.
Blumen, Anlockung der Insekten durch 599, Duft abgeschnittener 253 fg.
Blutdrüsen von *Pontodrilus* 266.
Blütenpflanzen des Bodensees 594 fg., des Rheins 38 fg.
Blutgefäße der Extremitäten 763.
Blutgerinnung 706 fg.
Blutkörperchen, weiße, Funktion der 705, rote 706 fg.
Blutparasiten 865 fg.
Blutplättchen 713.
Blutscheiben 717.
Blutserum 706 fg., Farbe des 755.
Boa 859.
Bodenflora des Bodensees 594.
Bodensee, Vegetation des 594.
Böhmen, subfossiles Vorkommen von *Trapa natans* in 861.
Boiden, Phylogenie der Kopfschilder bei 858.
Bombinator 378, *igneus* 413.
Bombus 600, *hortorum* 602, *terrestris* 602.
Bos primigenius 552, 794, *taurus Brachiceros* 552.
Botanische Wanderungen in Brasilien 544.
Botauridae 855.
Botrydium granulatum 134.
Botryococcus Braunii 211, 595.
Boulengerula boulengeri 377.
Brachs 28.
Brachyotus palustris 550.
Brachyuren 203.
Branchiopneusten 436.
Branchiopoda 324.
Branchipus 317, 691.
Brasilien, botanische Wanderungen in 544.
Brassica oleracea 602.
Bromgehalt des Fluss- und Meerwassers 425.
Brutpflege der Fische 22 fg.
Bryodrilus ehlersi 261.
Bryozoen 204.
Buccinum undatum 205.
Bufo 379, 413, 550, 859.
Buitenzorg, pflanzenphysiolog. Mitteilungen aus 239.
Bulbochaete nana 598.
Bumilleria 138, *exilis* 138, *sicula* 138.
Bunodes gemmaceus 526.
Bursarina 324.
Butomus umbellatus 600.
Buttersäure 3 fg.
Butylalkohol 7.
Bythotrephes 319.

C.

Cacalia 6.
Calamostoma 28.
Caligus 203.
Callidina symbiotica 324, 330 fg., 355 fg.
Callitriche 38.
Callocephalus vitulinus 658.
Calothrix parietina 597.
Calverleyi 219.
Cancer pagurus 204.
Cancroma 855 fg., 895.
Cancromidae 855 fg., 895 fg.
Canis lupus 547 fg., *vulpes* 547 fg.
Canthocamptus 691, 693, 737.
Capra hircus 552, *ibex* 549.
Capreolus caprea 549, 552.

Capria sturdzii 476 fg.
Carabus 182.
Caranx brachurus 202.
Carassius vulgaris 56.
Carbo 581.
Carcinus 316, 639, *maenas* 204, 820 fg.
Cardium 205, *edule* 204, 663.
Carex 243.
Cariama 847.
Cariamidae 847 fg.
Cariaminae 855.
Carmarina hastata 470 fg., 515 fg.
Carnoy'sche Zellplatte 159, 343.
Carpinus betulus 247.
Caryophyllia 484, 522, *cyathus* 479.
Cassis madagascariensis 205.
Castor fiber 547, 552.
Cathartes 893.
Cathartidae 576, 848, 894 fg.
Cecomorphae 574 fg.
Cedrela serrulata 247, *odorata* 247.
Celadon 216.
Centaurea cyanus 601 fg.
Centriscus 28.
Centrarchus 816.
Centroplasma 747.
Centrosomen 746 fg.
Cephalopodenscheibe, Spindelbildung in den Zellen der 745.
Cerastes 860.
Ceratium hirundinella 211.
Ceratophora 859.
Ceratophrys 859,
Cerchneis tinnunculus 547.
Cereopsinae 585.
Cereopsis 582, 847 fg.
Cerianthus 477 fg., 522, *borealis* 478 fg., 524.
Cerocoma 544.
Cervus elaphus 549 fg., *maral* 549, *alces* 552.
Chaetogaster diaphanus 324, 359, *diastrophus* 324, 359 fg.
Chaetonema irregulare 598.
Chaetopoden 324, 412.
Chamaeleon bitaeneatus 377, *dilepis* 377, *elebioti* 377, *fischeri* 377, *höhnelii* 377, *leikipiensis* 377, *owenii* 859.
Chantransia chalybaea 37, 40, 598.
Characeen 39.
Characium apiculatum 598.
Charadriidae 574, 847 fg.
Charadriiformis Limicolae 574.
Chartergus 273.
Chauna 847.
Chemotaxis 414.
Chenalopex 849.
Chenomorphae 847.
Chenornis 579 fg.
Chersydrus 860.
Chaettusia gregaria 75.
Chilifera 324.
Chilodon cucullus 876
Chilodonen 869 fg.
Chimpanse, Schädel von 556.
Chinasäure 3 fg.
Chionididae 574 fg., 847 fg.
Chionis 848.
Chlamydomadinen 210.
Chlamydomonas Ehrenbergii 138, *media* 138, *parietaria* 138.
Chloral 2.
Chlorophyceen 37 fg., 210.
Chlorophyll 33 fg.
Chlorophyllose Zellen grüner Pflanzen, Ernährung der 34.
Chordonia 411 fg.
Chorinemus 28.
Chromatin 747 fg., der Keim-Mutterzellen 691, des Zellkerns und Zellkörpers 842.
Chromatin-Cytoblasten 842 fg.
Chromatische Substanz, Verhalten bei der Mitose bei Nematodeneiern 340fg., bei tierischen u. pflanzl. Geschlechtsprodukten 690 fg., 721 fg.
Chromatium 840.
Chromatophoren der Diatomeen 286.
Chromosomen 749.
Chrysomonadinen 210.
Chrysophanus 560.
Chydorus sphaericus 374.
Ciconia 851 fg., *alta* 854, 895.
Ciconiidae 585, 851 fg., 893.
Ciconiiformis 576 fg., 857.
Ciliata 324 fg., 353, 869 fg.
Cirrhipedien 204.
Cladoceren 319, 324.
Cladophora 6 fg., 37 fg., *glomerata* 37.
Cladophoren 37 fg.

Cladothrix dichotoma 37, 598, 840.
Clathrocystis aeruginosa 210.
Clepsine 324, 558.
Cliona 204.
Closterium gracile 598, *lunula* 595, *moniliferum* 598, *strigosum* 595 fg.
Clostridium butyricum 840.
Clupea alosa 201, *harengus* 201, *sprattus* 207.
Cnemiornis 582 fg, *calcitrans* 582.
Cnidae cochleatae 469.
Cnidaria 411, Nesselzellen der 465, 513.
Cobitis 28.
Coccinella 145.
Cocconeiden 301.
Coelastrum cambricum var. *elegans* 211.
Coelenteraten 411 fg., 465.
Coelomarien 411 fg.
Coelosphaerium Küntsingianum 210.
Coereba 70.
Coffein 419.
Collemaceen 375.
Collidina symbiotica 325 fg.
Colonna 217.
Colpidium 324, 332 fg.
Colpoda cucullus 869.
Colpoden 869 fg.
Coluber obsoletus 379.
Colubriden 379.
Colubrinen 860.
Columba livida 222.
Colymbidae 574 fg., 853.
Comephorus baicalensis 659.
Compositen 6.
Condor 284.
Conferva bombicina β minor 137, *minor* 137.
Conferven 11 fg., 137.
Conger vulgaris 201.
Conidienbildung bei *Mucor racemosus* 139.
Conjugaten 40.
Convallaria majalis 253.
Convolvulus sepium 604.
Copepoden 203, 316, 324, 692 fg., 725.
Coregonus lavaretus 201, *oxyrhynchus* 201.
Coretra 373.
Cornus sanguinea 247.
Corophium longicorne 204.
Corvus corax 550, *cornix* 550.
Corydalis cava 249.
Corylus avellana 247.
Coryphella landsburgi 484.
Corystes cassivellaunus 203.
Cosmarium holmiense 598, *laeve* 598, *pseudogranatum* 598, *subcrenatum* 598.
Cottiden 785.
Cottus 822, *bubalis* 201, *gobio* 829 fg., *quadricornis* 201, 659, *scorpio* 20, 201, 204.
Cotylorhiza 480.
Cracidae 583, 847.
Crambressa 475, *mosaica* 472.
Crangon 204, *allmani* 203, *vulgaris* 204, 826.
Crassulaceen 419.
Crelabrus pavo 275.
Cricetus phaeus 547, *vulgaris* 547 fg.
Crocidura 547, 551, *ceraneus* 549.
Crotalus 860.
Crustaceen 324, 412, 695, Anpassung der Augen an das Leben im Dunkeln 315 fg., Augen der 315 fg., limnetische des Mendota-Sees 371, peripheres Nervensystem der 625.
Ctenophoren 433, 468 fg, 631.
Cucullidae 847.
Cucurbita Pepo 241 fg.
Cultellus pellucidus 203.
Cultirostres 855 fg., 895.
Cumalinsäure 8.
Cursores 852.
Cyanecula 72.
Cyanophyceen 410, 433 fg.
Cycladeen 814.
Cyclochaete 58, *spongillae* 58.
Cyclococla Hologyri 857.
Cyclodinina 260.
Cycloporus 733.
Cyclops 324, 356 fg., 373 fg., 723 fg, *brevicornis* 723 fg., Kernteilung im ersten Furchungsstadium 673.
Cyclopterus lumpus 201.
Cyclostoma elegans 827.
Cyclostomen 379,
Cyclotella 211, *bodanica* 595, *comta* 595, var. *melosiroides* 595 fg., var. *oligactis* 595, *operculata* 595, var. *pauci-punctata* 595, *quadrijuncta* 211, var. *radiosa* 595.

Cygninae 585.
Cygnus 582 fg., 849, 851.
Cylichna cylindracea 205.
Cymatopleura elliptica 595, *solea* 595.
Cymbella 40, *affinis* 595, *cuspidata* 299, *gastroides* 295, *helvetica* 595, *hercynica* 598, *leptoceras* 595.
Cytarme 414.
Cytoblasten 839 fg.
Cytochorismus 414.
Cytolisthesis 414.
Cytoplasma 746.
Cytotaxis 777.
Cytotropismus 414, 773.

D.

Dachs 551.
Dactylopterus 25, 27.
Dahlia variabilis 10, 599 fg.
Dandebardia rufa 433.
Daphnia 324, 356, *hyalina* 373 fg., *pulex* 374, *pulicaria* 373 fg., *retrocurva* 373 fg.
Daphniden 319.
Darwinismus 179.
Deiter'sche Zellen 811 fg.
Dekapoden 317, 346, Begattung der 346.
Delphinium consolida 602.
Denticeti 173.
Descendenzlehre 376.
Descendenztheorie 124, 142,
Desmidiaceen 136, 301.
Desmognathae 580 fg., 856.
Determinanten 143 fg., 562.
Deutsch-Ostafrikas Kriechtiere 376.
Dextrose 10.
Diakinese 695 fg.
Diaphanosoma 372, *brachyurum* 374.
Diaptomus 373.
Diastylis Rathkei 203, *lucifer* 203.
Diatoma elongatum 595, *vulgare* 595.
Diatomeen 7, 37 fg., 203, 209 fg., 286, 289 fg., 368, 420 fg., 594 fg., 806.
Diaulula 726, 730 fg.
Dicholophus 847 fg.
Dictamus fraxinella 602.
Didiidae 586.
Didinium 260.
Diffusion, Untersuchungen du Bois-Reymond's über 86.
Digitalis purpurea 601 fg.
Dimorphismus, sexueller 239, 269.
Dinoflagellaten 203.
Dinophrya cylindrica 257 fg., *Lieberkühni* 257 fg.
Dinornithidae 586.
Diomedeinae 579 fg.
Diornis 849.
Diplocaster longicauda 152 fg.
Diplodiscus 61.
Disphinctium Thwaitesii 598.
Dissimilation 773 fg.
Dissoziation 620.
Diurnen 566.
Dolichonyx oryzivorus 79.
Donauwasser 424.
Doppelbildungen, künstliche 415, 592,
Dorcus 214 fg.
Dorsch 201 fg., Nährtiere des 203,
Draparnaldia glomerata 138.
Dreieckmuschel 147 fg.
Dreissensia polymorpha 147.
Dreissenien 512,
Drepanophorus spectabilis 113.
Dromades 852 fg.
Dromaididae 574.
Dromdinae 576.
Dromas 574 fg., 855.
Dromia 346.
Drosera 39, 419.
Ductus ejaculatorius der Insekten 542.
Duft abgeschnittener Blumen 253 fg.
Dulcit 11.

E.

Echencis remora 21.
Echinocardium cordatum 203.
Echinocyamus pusillus 203.
Echinodermata 411.
Echinus esculentus 205.
Echis 860.
Echiurus Pallasii 203.
Edelhirsch 549 fg.
Edelmarder 549 fg.
Edentaten 173.
Ehrlich'sche Körnungen 406.
Ei, der Amphibien 378 fg., der Dekapoden 346 fg., 350, der Nematoden 152, der Nemertinen 115.

Ei-Ablage von *Scyllium canicula* 885.
Eibildung bei Copepoden 725, bei Metazoen u. Phanerogamen 691 fg., 721 fg.
Eichhörnchen 549 fg.
Eidechse 551, 859 fg.
Einhorn 21 fg.
Einsiedlerkrebs 347 fg.
Eisfuchs 547 fg.
Eiszeiten, Geologie der 861.
Eiweiß, Nährwert für Pflanzen 2 fg., Zersetzungsprodukte des 30 fg.
Eiweißsynthese bei Pflanzen 2 fg., 33 fg.
Ektoderm, Regenerationsfähigkeit des 413.
Elastisches Gewebe, Histogenese des 394.
Elch 552.
Elektrische Arbeiten du Bois-Reymond's 85 fg.
Elektrische Fische 94.
Elektrische Organe 94, von *Torpedo* 512.
Elektromotorische Erscheinungen tierischer Gewebe, Untersuchungen du Bois-Reymond's über 87 fg.
Elektromotorische Kräfte, Messung der 86.
Elektrophysiologie, Verdienste du Bois-Reymond's 86 fg.
Elektrotonus der Nerven 93.
Elementarkalamitäten 125.
Elephanten, südafrikanische, Behaarung der 171.
Eliomys nitela 550.
Elornis 851.
Emberiza 547.
Embryologie der Gasteropoden 388 fg.
Enchytraeiden 260.
Encyonema caespitosum 595, *ventricosum* 595.
Endocarpon miniatum 246
Endocimus 855.
Endromades 852.
Engraulis encrasicholus 201.
Enten 69.
Entomophoreen 727.
Entomostraca 324.
Entwicklung 180 fg., 185 fg., 415, Beeinflussung durch äußere Wirkungen 776 fg., des Mesoderm bei *Physa* 388, sprungweise 184 fg., 219.
Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere 384, 687.
Entwicklungslehre 180 fg,
Entwicklungsmechanik 591, 719, 769.
Entwicklungsrichtungen, Einfluss der geographischen Verbreitung der Arten auf die E. 183, kausal-prädestinierte 161.
Entwicklungsstillstand 185 fg.
Epaminondas 214 fg.
Epicrates cenchris 860.
Epidaus 214.
Epilobium spicatum 602.
Epiphyten 240.
Epithemia Argus var. *Goeppertiana* 598.
Epithemien 304.
Epitropie 244.
Equisetum 700, 724.
Equus caballus 547 fg., *hemionus* 549.
Erismaturinae 585.
Eristalis 600 fg., *tenax* 601.
Ermüdung der Schüler, Einfluss geistiger Arbeit auf die 440.
Ernährung, organische, grüner Pflanzen 1, 33, niederer Pilze 2.
Erodii 856.
Erodiones 851.
Ersaea picta 483.
Erythrit 11.
Erythroblasten 717.
Erythrocythen 706 fg.
Erythropus vespertinus 550.
Essigsäure 3 fg.
Euactis calcivora 598, *rivularia* 598.
Eucopepoda 324.
Eudendrium ramosum 204.
Eudorina elegans 595.
Euglenen 40.
Euglypha 805.
Eule 284, 547.
Eupagurus Prideauxii 347 fg.
Euphausia 315, *pellucida* 316.
Euphausiden 315 fg.
Euphrates Antiphates 214.
Euphyllia glabrescens 477, 483, 513.
Eupithecien 569.
Eurotium repens 139 fg.
Eurymedon 217 fg.
Eurypyga 852 fg.
Euripigidae 847 fg., 896.

Evadne 319.
Evolution 142 fg.
Evombar 217.
Evonymus 11, *europaeus* 247, *verrucosus* 247.
Exidia 352.
Exidiopsis 352.
Exidiopsideen 351.
Experimente, physiologische und biologische, Wert der 591, 775 fg.
Extremitäten, Homologie der 756.

F.

Facettenaugen 315 fg.
Fagus silvatica 247.
Falcati 855.
Falco 893.
Falconidae 578, 893 fg.
Farbe der Schmetterlinge 559.
Farbkleider, tierische, Phylogenese der 377, der Rappien 377.
Farblagerung bei Reptilien 377.
Farbstoffe, organische 417, tierische 753.
Färbung, intra-vitale des Kerns und des Protoplasma 321, 354.
Färbungsmethoden des elastischen Gewebes 397.
Fäulnisstoffe, Nährwert der für Pflanzen 5 fg., 36 fg.
Fauna des Baikalsees 657, der Ablagerungen im Schweizersbild 547 fg.
Feder der Vögel, Farbenwechsel der 65,
Feldhase 552.
Feldmaus 547 fg.
Feldspitzmaus 547.
Felis catus ferus 551, *manul* 549
Fermente des Blutes 712 fg.
Feuervögelchen 560.
Fettsäuren, Ernährung der Pflanzen durch 3 fg.
Fibrin 707 fg.
Fibrinogen 714 fg.
Ficus 248.
Fink 560.
Fische 547 fg., Begattung der 275 fg., elektrische 94, fliegende 21, Flossen der 785, 815, Giftstacheln der 21 fg., Liebesspiele der 275 fg., Parasiten der 55 fg., Seitenorgane der 273 fg., Umbildungen an den Gliedmaßen der 20.
Fischerei auf der Gewerbe-Ausstellung in Berlin 199, 381.
Flagellaten 866 fg.
Flagiotomina 324.
Flechten, Einfluss des Lichtes auf das Gedeihen der 245 fg.
Fledermäuse 547.
Fleischfresser 547 fg.
Fliegen, Verbreitung der Sporen von *Splanchnum* durch 52 fg.
Fliegenmaden, parasitische in Wespennestern 272.
Flimmerepithel des Frosches, Kernfärbung bei 325.
Flora, Schwebeflora der Seen 208.
Florideen 37 fg., 375.
Flossen der Fische 20, von *Acerina cernua* 785, 815.
Flügelgeäder der Insekten 187.
Flughahn 25, 27.
Flüsse, Selbstreinigung der 36 fg., Vegetation der 36 fg.
Flusskrebs, Begattung des 346 fg., Nervensystem des 625.
Flusswasser 425.
Foetorius erminea 547 fg., *vulgaris* 547 fg.
Forellenkeimscheibe 751.
Formaldehyd 6 fg., 423. Umwandlung in Kohlenhydrat durch grüne Pflanzen 45.
Forskalea 476, 514 fg., *contorta* 470 fg., 515.
Fortpflanzung, Bedingungen der bei Algen und Pilzen 129, Uebereinstimmung zwischen F. bei Pflanzen und Tieren 689, 721.
Fragilaria crotonensis 211, *virescens* 595.
Fregata 581.
Fregatinae 581.
Fridericia 262, *Ratzeli* 262, *striata* 262 fg.
Fringilla 550.
Frontonia 412.
Frosch 550 fg., 590, 592, Flimmerepithel des 325.
Froschlarve 378, 413.

Fruchthüllen der Säugetiere, elastische Gewebe der 397 fg.
Fruktose 4.
Fuchs 547 fg.
Fuchsin 417.
Fulicariae 847 fg., 894 fg.
Fulicariinae 848, 894.
Fuligulinae 585.
Fulmaridae 576.
Furchensteine im Bodensee 597.
Furchungsprozess bei Mollusken 388.

G.

Gadus aglefinus 201, *merlangus* 201, *minutus* 201, *morrhua* 201, *pollachius* 201, *virens* 201.
Galanthus nivalis 243.
Galathea Hippolyte 203, *intermedia* 203, *strigosa* 346 fg.
Galeobdolon luteum 600.
Gallertalgen 39.
Galli 848.
Galliformes gallinaceae 847 fg.
Gallinacei 852.
Gallinae 847 fg.
Gallinograllae 847 fg.
Gallinulinae 848.
Galton'sches Gesetz 787 fg., 816 fg.
Gammarus 151.
Ganglienzellen des Lobus electricus von *Torpedo* 512.
Ganoiden 379.
Gartenschläfer 551.
Gasterosteus 23, 28, *aculeatus* 201, *Mugilchelo* 201, *pungitius* 201.
Gastornis Edwardsii 585, *Klaasenii* 585, *minor* 585, *parisiensis* 585.
Gastornithidae 585 fg.
Gastrateus aculeatus 56, *punzitius* 56.
Gastreades 411.
Gastropoden 426. 659.
Gastrula 412.
Gaviae 574 fg.
Gebia deltura 203.
Gebiss, Beziehungen zur Behaarung 164 fg., der Edentaten 173, der Hundemenschen 164 fg., der Wale 173.
Gefieder der Vögel 229.
Gelasimus annulipes 349.
Gelenke 756 fg.
Gemmen 838.
Gemmenbildung b. *Mucor racemosus* 141.
Genepistase 185 fg.
Generationswechsel bei *Ulothrix zonata* 136.
Geophila reniformis 246.
Georginenblüten 599 fg.
Geotropismus 240.
Geranium phaeum 600.
Gerbstoffgehalt von Pflanzenzellen 622.
Gerinnung des Blutes 706 fg.
Germinalselektion 142, 180 fg.
Geschlechtsmerkmale, sekundäre 232 fg.
Geschlechtsprodukte, Reifeerscheinungen tierischer und pflanzlicher G. 689 fg.
Gesundheitspflege, öffentliche, XXII. Versammlung des deutschen Vereins für 416.
Giftstacheln der Fische 21 fg.
Glareola 847.
Glaucoma scintillans 338.
Glechoma hederacea 111.
Glenodinium pusillum 210.
Gliedmaßen, der Fische 20, Homologie der Brust- und Becken-Gl. 756.
Gloeocapsa ianthina 598, *aurata* 698, *Magma* 598.
Gloeocystis botryoides 598.
Glukose 4.
Glycerin 1 fg.
Glycerion 189 fg., 223 fg.
Glycocoll 8.
Glycol 6 fg.
Glyoxal, Verhalten der Bakterien gegen 46.
Gobius minutus 201, 204, *niger* 201, *Ruthensparri* 201.
Godlewskia 660, 662, *turriformis* 660.
Goldammer 69.
Goldfisch 275.
Goldregenpfeifer 67 fg.
Golgi'sche Zellen 530 fg., 605 fg., 643 fg., 669 fg., 811 fg.
Gonium sociale 598.
Graculavinae 581.
Graculavus 579 fg.
Grallae 848 fg., *Altimares* 856, *Ambulatores* 856, *Aquosae* 856, *Cultirostres*

855 fg., *Longirostres* 855, *Magnirostres* 855, *Subnatatores* 855.
Grallatores 579 fg., 847 fg., *Cursores* 847 fg.
Granula 838 fg.
Gregarinen 807, 866.
Gressores 851 fg.
Gruidae 574 fg., 847 fg.
Gruinae 574, 847 fg.
Grus 847 fg.
Gryllotalpa 732 fg., *vulgaris* 697.
Gryphaea arenata 558.
Guanidin 9.
Gulo borealis 547 fg.
Gymnodonten 28.
Gymnoten, elektrische 94.

H.

Haare 161, 226 fg., südafrikanischer Elephanten 171, des menschlichen Embryo 227, des Hundemenschen 161 fg., 226 fg., des Menschen und der Säugetiere 161 fg., 226 fg., des Säugetierembryo 170, Urform der 172.
Haarlose Hunde 171, 173.
Haarmensch 226 fg.
Habichtseule 547.
Haematococcus lacustris 871.
Haematopus 856.
Haematozoa sporozoica 867.
Haftorgane der *Trichodina pediculus* 57 fg., der Wasserpflanzen 100.
Hahnenfedrigkeit 228.
Haifisch 280, 885.
Halerenita cumulans 482.
Halistemma 483, 526, *rubrum* 476 fg., 522.
Halmatogenesis 184, 219.
Halsbandlemming 547.
Hamster 547 fg.
Harnsäure 571 fg.
Harnstoff, Nährwert des H. für Pflanzen 2 fg., 36 fg.
Hase 551.
Hausmarder 552.
Hausrind 552.
Hausschwein 552.
Hausspitzmaus 549.
Haustiere, Herkunft der 795 fg.
Haut, Permeabilität der 29.
Häutungshaare der Insekten 542.
Häuy'scher Stab 85.
Heliconus Besckei 188.
Heliotrop 255, 604.
Heliotropismus 240.
Heliotropium luteum 245.
Helix 436.
Heliozoa 324, 727.
Hellanichus 219.
Hemerocallis 742.
Hemidactylus bocagii 377.
Hemiglottides 852 fg., 893 fg.
Hepatica 728, *triloba* 245.
Heracleum Fischerii 599, *Spondylium* 599.
Hering 201 fg., 825, Nährtiere des 203.
Heringsmöve 67 fg.
Hermaphroditismus 237.
Hermelin 547 fg.
Hermocrates 216 fg.
Herodii 576 fg., 852 fg., 893 fg.
Herodiones 576, 847 fg.
Herposteiron polychaete 598.
Herzkörper der Enchytraeiden 260.
Herzmuschel 204.
Heterochaete 352.
Heterocope 698 fg., 724 fg.
Heterograpsus Lucasii 349.
Heteromorphosen, künstliche 592.
Heterotricha 324.
Heterotypie 742.
Heterotypische Teilung 731 fg.
Hexamethylamin 8, 423.
Hipites 860.
Hippoglossoides limandoides 201.
Hirschluchs 547.
Hirudineae 324, 358 fg.
Histogenese der Kleinhirnrinde 485, 530, 605, 640, 664.
Histogenie 383.
Histologie 383.
Histon 714 fg.
Holaspis guentheri 377.
Hologyri 574.
Holophryina 260.
Homalopsinen 860.
Homaloscma 380, *lutrix* 377.
Homarus vulgaris 204, 349.
Homeogenesis 183.

Homeotypie 742.
Homologisierung der Haare und Zähne 172.
Hormidium flaccidum 137, *nitens* 137.
Hornissen 271.
Huftiere 547.
Hummer 204, 349.
Hunde, haarlose 171.
Hundemensch 161, 226.
Hyacinthus 242 fg., *orientalis* 243.
Hyaloria 352.
Hyaloriaceen 352.
Hydanthoin 9.
Hydra 414 fg., 468 fg., 513 fg., *fusca* 470 fg., 514 fg., *grisea* 472, 481, Parasiten von 55 fg., *viridis* 482.
Hydractinia echinata 204.
Hydrallmania 204.
Hydrobia Frauenfeldi 660 fg., *Godlewskia* 660, *Sopronensis* 661, *ventrosa* 660 fg.
Hydrobiidae 660 fg.
Hydrocoelum homocotrichum 598.
Hydrodictyon 133 fg.
Hydroiden 468 fg., 592.
Hydroidpolypen 414.
Hydrophyten 99.
Hydrozimmtsäure 8.
Hydrurus 39, 139, *foetidus* 39, *penicillatus* 39.
Hygrobatae 852 fg.
Hyla 378, *appendiculata* 379.
Hylambates aubryi 377,
Hymenochirus 377.
Hymenopteren 599.
Hyperia 203.
Hyperiiden 319.
Hypertrichosis circumscripta 175, lanuginosa promammalica 174, postembryonale 231, universalis 161.
Hyponastie 240.
Hypotrichose 172.

J.

Ibidae 851 fg., 895 fg.
Ibidinae 574, 853.
Ibipodia 854.
Ibis 855, 895.
Ichthyopsiden, Nervenhügel der 172.
Ichthyornithae 587.
Ichthyosis 165.
Icterus baltimora 70, *icterocephalus* 70, *sparius* 70.
Idioblasten 838.
Idioplassonten 774.
Jewtichjew, Fedor 232.
Infektion, Schutz des Organismus gegen 709 fg.
Infusoria aspirotricha 259.
Infusorien 866 fg., holotriche 257, intra-vitale Kernfärbung bei 326 fg., Kernteilung bei 336 fg., parasitische 55, 326 fg.
Inosit 10.
Insekten, Anlockung der I. durch die Blumen 599, Häutungshaare der 542, Lufträume der 285, Parasiten der 375.
Insektenfresser 547 fg.
Inselfaunen 184.
Intersegmentalhäute der Meloiden 543.
Jodgehalt des Fluss- und Meerwassers 425.
Jod-Jodkalium 418.
Jod-Lösung 419.
Jodviolett 418.
Jola 351.
Jones, Annie 227.
Ipomaea purpurea 601.
Isar, Vegetation der 39.
Isoarca 558.
Isobutylalkohol 7.
Isocystis infusionum 598.
Isoplassonten 774.
Isopropylalkohol 7.
Judasohr 351.
Juhras bullis 20.
Julia Pastrana 162.
Juliden 275.
Juncus 596 fg.
Junonia 567.
Ixalus 859.

K.

Kablian 201 fg.
Käfer, Parasiten der 375.
Kalilösung, Einwirkung auf *Spirogyra* 421.
Kampf der Organe im Organismus 125 fg., ums Dasein 146, 179 fg., 314.

Kampfstrandläufer 67 fg.
Kampfsucht der Fische zur Laichzeit 25 fg.
Kaninchen 552.
Karausche 28.
Karpfen 28, 275.
Kartoffel 11.
Karyokinese 337 fg., 690 fg.
Kastenatome 587.
Katze 552.
Kaulquappen 379.
Keimplasma 142 fg., 562 fg., 781, Veränderung des K. bei Wespen 269 fg.
Kern, der Diatomeen 286, der wachsenden Zelle 241 fg.
Kernfärbung, intra-vitale 321, 354.
Kernteilung 745, bei *Cyclops* 698, bei Diatomeen 287, bei Epithelzellen von *Salamandra atra* 693, bei tierischen und pflanzlichen Geschlechtsprodukten 690 fg., 721 fg., bei Infusorien 337 fg., bei Nematodeneiern 152 fg., 339 fg.
Kiebitz 550.
Kindesähnlichkeit 239.
Kleinhirnrinde, Histogenese der 485, 530, 605, 640, 664.
Klima, Einfluss auf die Gestaltung der Schmetterlinge 184.
Klimadimorphismus 568.
Knochen, lufthaltige der Säugetiere 283.
Knochenneubildung 780.
Knurrhahn 20.
Kohlenhydrate 14.
Kohlensäureassimilation 1, 33 fg., 240.
Kohlenstoffquellen für Pflanzen 2 fg., 33 fg.
Kohlenstoffverbindungen, durch Pflanzen assimilierbare 2 fg., 33 fg.
Kohlrabe 550.
Kongerienschichten, Süßwassermollusken der 660.
Königsgeier 70.
Konjugaten 135.
Kopepoden 203, 316, 324, 692 fg., 725.
Kopfschilder der Boiden, Phylogenie der 858.
Korallen 205.
Körnungen, Ehrlich'sche 406.
Korrelation 185, 413, 415, 785, 815.
Korrelationsstudien an den Strahlenzahlen von Fischflossen 785, 815.
Krabben 204.
Kraft 772 fg., gestaltende 778 fg.
Krao 175.
Kreatin 9.
Krebse 204, peripheres Nervensystem der 625.
Kriechtiere Deutsch-Ostafrikas 376.
Kröte 550 fg.
Kugelfische 26.
Kummernerseebecken, Funde in der Braunkohle des 863.
Kyesamechanie 186.

L.

Labrax lupus 202.
Labroiden 275.
Labulleniaceen 375.
Lacerta agilis 547 fg., *brandtii* 380, *danfordi* 380, *fusca* 380, *laevis* 380, *muralis* 180, 380, *viridis* 547.
Laevulose 10.
Lagenidium pygmaeum 595, 598.
Lagomys pusillus 547 fg.
Lagopus 74, *albus* 547, 549, *alpinus* 549 fg., *scoticus* 77.
Laichung bei Fischen 275 fg.
Lamellibranchiaten 388.
Lamellirostres 583.
Lamna cornubica 201.
Landpflanzen, phanerogamische, Anpassung an das Leben im Wasser 99.
Lanice conchilega 203.
Lanugo foetalis 166, 230 fg.
Laridae 573 fg.
Larinae 68.
Larix 696 fg., 728.
Laro-Limicolae 574 fg.
Larus 574, *minutus* 73, *ridibundus* 68 fg.
Larven der Amphibien 378 fg., Verwachsungsversuche mit L. 413.
Latirostres 895.
Laubentwicklung, Einfluss des Lichtes auf die 245 fg.
Lautorgane der Fische 25.
Lebenskraft 98, 773.
Lebermose 728.

Lecithin 11.
Leiotrocha 61.
Lemna 6, 34 fg.
Leosthenes 215 fg.
Lepidopteren 143, 179, 213, 559.
Leptodora 319.
Leptoplana 733.
Lepus 551, *timidus* 552, *variabilis* 547 fg.
Lernea 203.
Lestris 574 fg.
Leuchtorgane pelagischer Organismen 315 fg.
Leucin 2 fg.
Leuciscus balteatus 825, *idus* 201.
Leucosa Stiedae 661 fg.
Leukocyten 705 fg.
Licht, bakterientötende Kraft des 42, Einfluss auf die Crustaceenaugen 315 fg., auf die Verteilung der Crustaceen in den Seen 373, auf das Pflanzenleben der Seen 594, auf die Schmetterlingspuppen 566.
Ligea 661, *carinato-costata* 662, *ciliata* 662, *contabulata* 663, *costata* 662, *turriformis* 662.
Lignophora 64.
Liliaceen 11.
Limax 393.
Limenitis 570, *camilla* 569, *sibylla* 569.
Limicolae 574 fg., 848 fg., 894.
Limnaea 429 fg., *auricularia* 437, *stagnalis* 437.
Limnaeen 428.
Limnorea 661, *angarensis* 659.
Limnoria lingnorum 204.
Limora melanura 67.
Linaria cymbalaria 603.
Lingbya gloeophila 598, *lateritia* var. *rosea* 598.
Liobaicalia 661 fg.
Liparis Montagu 201, *vulgaris* 201.
Lipochrome 753 fg.
Litorina litorea 205.
Litorinellenkalk des Mainzer Beckens 661 fg.
Lobelia 601, *Erinus* 600
Lokomotion der Pulmonaten 426.
Longipennes 574 fg.
Lophius piscatorius 201.
Lota molva 201.
Löwe, Behaarung des 235.
Löwenknabe 226.
Lubomirskia baicalensis 659.
Lufthaltige Knochen der Säugetiere 283.
Lufträume der Insekten 285.
Luftsäcke der Vögel 282.
Luftwurzeln, von *Taeniophyllum* 239.
Lumbriculus 266.
Lycaea balcanica 562, *icarus ab coerulea* 562, *pseudoargiolus* 562.
Lycaeiden 562.
Lycium barbarum 244.
Lycophidium laterale 379.
Lygodactylus 380, *picturatus* 377.
Lygosoma nigrum 379, *smaragdinum* 379.
Lynoe cervaria 547.

M.

Maakia 662 fg.
Mabuia striata 377.
Machaon 185, 214, 218 fg., *aestivus* 220, *Sphyrus* 225.
Macrobion Oberhäuseri 752.
Macrodactyli 848.
Macropteri 574 fg.
Macropus viridiauratus 274 fg.
Mactra 203, *elliptica* 814.
Magenschleimhaut, Salzsäuresekretion der 624.
Magnete 85.
Maja 346.
Main, Vegetation des 38, Wasser des 424.
Mainzer Becken 661.
Mais 34, 242.
Makropoden 274 fg.
Malaria 865.
Malapterus electricus 28, 94.
Maltose 10.
Mamestren 569.
Mammuth 795.
Männchenähnlichkeit 228, 239.
Mannit 3 fg.
Manulkatze 549.
Maralhirsch 549.
Mastigophoren 866 fg.
Maturitätshypertrichose 231.
Mauereidechse 180.
Maulwurf 547 fg.

Maus 547 fg.
Mauser 65 fg.
Mechanik in der Biologie 771, in der Naturwissenschaft 770.
Medusen 592.
Meerwasser 425.
Megachile 603, *ericetorum* 601.
Megalophrys 859.
Megapodius 847 fg.
Megapodiidae 847 fg.
Melanismus 378 fg.
Melanopsis impressa 660, *Martiniana* 660.
Melanitis 567.
Meles taxus 551.
Meloë majalis 544, *variegatus* 543.
Melosira 211, *varians* 595.
Melosiren 595.
Mendota-See, Crustaceen des 371.
Mensch, Entwicklungsgeschichte des 384, 687, Phylogenie des 161 fg.
Menschliche Skelettteile vom Schweizersbild 552 fg.
Mentha aquatica 101, 112.
Menura 847 fg.
Menuridae 848.
Merganatinae 585.
Merginae 585.
Mergus 582 fg., *merganser* 74.
Merlucius vulgaris 201.
Mesenchytraeus 260 fg., *Beumeri* 261, *falciformis* 261, *flavidus* 261, *mirabilis* 260, *primaevus* 260, *setosus* 262 fg.
Mesitidae 847 fg.
Mesodermentwicklung bei *Physa fontinalis* 388.
Mesodinium 260.
Mesokarpus 417.
Mesotaenium Braunii 598.
Metalyse 740.
Metamoneren 845.
Metanemertinen 113.
Metastrukturteilchen 838.
Metazoa 324 fg., 353 fg., 411 fg., 691 fg., 846.
Methylal 6.
Methylalkohol 2 fg., 424.
Methylamin 2, 47.
Methylen, Cyanhydrin des 10.
Methylenblau, intravitale Kern- und Protoplasmafärbung mit 321 fg., 353 fg.
Methyloxichinizin 9.
Microcoleus fuscescens 598, *vaginatus* 598.
Miesmuschel 204.
Mikronucleus, intra-vitale Färbung des 335.
Mikroskop 415.
Mikroskopische Anatomie, Lehrbuch der 383.
Mikrospora fugacissima 598, *vulgaris* 598.
Mikrotechnik der tierischen Morphologie 283.
Milchhaare der Säugetiere 170.
Milchsäure 3 fg.
Milchzucker 10.
Milsenium 753, *tardigradum* 754.
Milzbrandbacillen 12.
Mimicry 187 fg., 569.
Mischocytharus 273.
Missbildungen 161 fg., 592, 776, experimentelle 592, der Fische 203.
Mitose 338, Mechanismus der 751, Verhalten der chromatischen Substanz bei 340 fg.
Modder, lebende Organismen des 801 fg.
Modderula Hartwigi 801.
Modifikation 387.
Modrige Materien, Unverdaulichkeit der für niedere Tiere 512.
Mohrensternia 662.
Molluscoidea 412.
Mollusken 204, 411, 426 fg., 659 fg., 808, des Baikalsees 659 fg., Entwicklung des Mesoderms bei M. 388.
Monacanthus 21, 28.
Moneren 844.
Mongeotia 14, 598.
Monobrachium parasiticum 471.
Monophyodontismus 173.
Moorschneehuhn 549 fg.
Mosaiktheorie 415.
Moschus 251 fg.
Motacilla 72, 77, *lugubris* 72.
Motella cimbria 201, *mustela* 201, *tricirrata* 201.
Mougeotia 14, *depressa* 598.

Möven 69, 77.
Mucor racemosus 139 fg.
Müggelsee, biologische Station 801, Plankton des 368.
Mugilchelo 201.
Mullus barbatus 202.
Multiplikator, Nobili'scher 85.
Mus 547 fg.
Muscheln 147 fg.
Muskel, Potentialdifferenzen im lebenden M. 90.
Muskelelemente 89.
Muskelkästchen 89.
Muskelton 92.
Musophagidae 847.
Mustela martes 549 fg.
Mustelus laevis 280.
Muttermale 175.
Mya arenaria 204.
Mycalesis 567.
Mylabris 544.
Myodes torquatus 547.
Myoxus glis 551.
Myriophyllum 38, 597.
Myriothela phrygia 514.
Mysideen 317.
Mysis 203, *vulgaris* 204.
Mysticeti 173.
Mytilus edulis 204.
Myxostoma 702 fg.

N.

Naevus pilosus s. hirsutus 175.
Nagetiere 547 fg., Schneidezähne der 233.
Nagetierüberreste in Schweizersbild 546.
Nährstoffe, Grenze der wirksamen Verdünnung bei Algen und Pilzen 417.
Nährtiere der Fische 203.
Naia tripudians var. *atra* 379.
Nardoa 860.
Naseus 28.
Nashorn 795.
Nasutae 576.
Natatores 574 fg., 851 fg.
Natter 550.
Naturphilosophie 83.
Navicula 807, *ambigna* 302, *amphisbaena* 40, *cryptocephala* 40, *cryptocephala* var. *pumila* 598, *cuspidata* 40, *fasciata* 598, *Kotschyana* 598, *major* 595, *palpebralis* var. *Barklayana* 598, *radiosa* 595.
Nebelkrähe 550.
Nectarinia 273.
Neef'scher Hammer 85.
Negative Schwankung 91.
Nekrassow, Marie 227.
Nelke 253 fg.
Nemathelminthae 324.
Nematocysten 469, 518.
Nematoden 272, 324, 362, Befruchtung und Teilung der Eier 152, 339.
Nematoscelis 316, *mantis* 317.
Nemertinen, Entwicklungsgeschichte der 113.
Neolithische Niederlassung in Schweizersbild 545.
Neosilaus 214.
Nepenthes 40.
Nephelis 324, 359 fg.
Nephrocytium Aghardianum 595.
Nephrops norwegicus 204.
Neptis kikideli 188.
Nereis 702.
Nerven, Elektrotonus der 93, der Extremitäten 763, Färbung der 322.
Nervenfaser 485, Bestehen von Anastomosen zwischen 630 fg., 809 fg.
Nervenhügel der Ichthyopsiden 172.
Nervensystem, centrales von *Anodonta* 808, peripheres der Crustaceen 625.
Nervenzelle 485.
Nervenzellennetze 640.
Nesselzellen der *Cnidaria* 465, 513.
Nestbau der Wespen 267 fg.
Neumann, Lina 175.
Neuroblast 485.
Neuron 625 fg., 810.
Neuropilem 810.
Neutralrot, intra-vitale Kern- und Protoplasmafärbung durch 323 fg., 354.
Nika edulis 203.
Nilblau-Chlorhydrat- und Sulfat, intravitale Kern- und Protoplasmafärbung durch 323 fg.

Nitranilsaures Kali 10.
Nitzschia 40, *acicularis* 37, 40, *angularis* 598, *linearis* 595, *sigmoidea* 304, *vermicularis* var. *lamprocampa* 598,
Nitzschien 299.
Nobili'scher Multiplikator 85.
Nomius 216 fg.
Nordseefischerei 205.
Normalzahl der Chromatinelemente 735.
Nostoc hederulae 598, *Linckia* 598, *paludosum* 598.
Nucleolarsubstanz pflanzlicher und tierischer Geschlechtsprodukte 701.
Nucula nitida 203.
Numenius 856.
Nyctotherus cordiformis 324, 328 fg.
Nycticorax megalocephala 854.
Nymphaliden 569.

O.

Ocean, atlantischer, Wasser des 425.
Oceanitidae 576 fg.
Oceanitinae 576.
Ocimum Basilicum 256.
Octopus 275.
Odontoglossae 583, 848 fg.
Odynerus quadratus 599.
Oedicnemidae 852.
Oedogonium 14, 39, *capillare* 136, *diplandrum* 136.
Oenothera biennis 601.
Oidemia nigra 72.
Oleaceen 11.
Oligochaeten 260 fg.
Olpidium entophytum 598.
Ontogenie, Entwicklungsstillstand in der O. eines Individuums 186.
Onto-phylogenetische Parallele 238.
Oomyceten 375.
Opalina 29, *ranarum* 324, 327. 332 fg.
Opalinina 324.
Ophidomonas 840.
Ophioglypha albida 203, *lacertosa* 203.
Ophryotrocha 691, 702, 734 fg.
Opisthocomidae 847.
Orang-Utan 167.
Orchideen, epiphytische 239, tropische 246.
Organe, Kampf der im Organismus 125 fg.
Organische Stoffe, Ernährung grüner Pflanzen durch 1, 33.
Orthocoela 580 fg., 857.
Orthogenesis 387.
Orthoplasie 387.
Ortsbewegung 587, der Bacillariaceen 289, primitive 587, der Pulmonaten 426.
Oscillaria membranacea 37, 40,
Oscillariaceen 40.
Oscillarien 301. 410.
Oscillatoria profunda 596 fg., *rubescens* 595 fg.
Osmerus eperlanus 201.
Osmose 620.
Osphradium bei *Anodonta* 814.
Ostracoden 316.
Ostrea borealis 204. *longirostres* 558, *virginiana* 204.
Otidae 847 fg.
Otididae 574, 848.
Otidinae 847 fg.
Otis 847.
Otocoris alpestris 550.
Ovarien, Ausbildung der O. bei Wespen 268,
Ovis 549, *aries* 552.
Ovogenese bei Phanerogamen und Metazoen 691 fg, 721 fg.
Oxalsäure 2 fg.

P.

Paarzeher 549 fg.
Pädagogisch-psychometrische Studien 440.
Paedidie 239.
Pagellus centrodontus 202.
Paguriden 347 fg.
Pagurus 639.
Palaemon serratus 826, *squilla* 204.
Palaeolithische Niederlassung in Schweizersbild 545.
Palaeolodus 851 fg.
Palamedea 582 fg., 846 fg.
Palamedeidae 583, 846 fg.
Palamedes 185.
Pallavicinia 728.

Palmellaceen 211.
Palmipedes 576 fg.
Paltodes 412.
Paludina 436, *Frauenfeldi* 661, *vivipara* 393.
Pandorina morum 211.
Pangenen 838.
Paphus 189, 224.
Papilio 145, *Agesilaus* 189, 216 fg., *Alexanor* 218, *Americus* 221, *Asterias* 219 fg., *Asteroides* 185, *Bairdii* 185, 220, *Bellerophon* 189 fg., *Calverleyi* 220, *Celadon* 184, *Daunus* 219, *Epidaus* 189 fg., *Eurymedon* 218 fg., 220, *Glycerion* 189, *Machaon* 220, *Podalirius* 183, 189 fg., 213 fg., *Protesilaus* 189 fg., *Telesilaus* 184 fg., *Troilus* 219 fg., *Turnus* 185, 218 fg.
Paraldehyd 6.
Paramecium 881, *aurelia* 324, 332 fg.
Paramoeba eilhardi 883.
Pararge egeria 566 fg., *egerides* 566 fg., *intermedia* 568, *xiphia* 568, *xiphioides* 568.
Parasiten 29, 55 fg., 326, 865 fg., der Fische 55 fg., der Insekten 375 fg., der Wespen 272.
Parelektronomische Schichten des Muskels 90.
Parmelia saxatilis 246.
Parra 848.
Parridae 848.
Parrinae 848.
Parthaon 217.
Parthenogenesis 268.
Pathologie der Fische 203
Pectinaria belgica 260.
Pediastrum Boryanum 595, *duplex* 595.
Pedicularis silvatica 603.
Pelagici 579.
Pelagische Organismen 315 fg.
Pelagornis 579.
Pelagornithinae 581.
Pelargi 576 fg., 849 fg., 894 fg.
Pelargo-Herodii 850 fg., 893 fg.
Pelargomorphae 848 fg.
Pelargonium zonale 603 fg.
Pelargopsis 854.
Pelecanidae 576 fg.
Pelecanus 579 fg.
Pelobates 379, *fuscus* 413.
Pelombra palustris 881.
Pelurus cultratus 201.
Pennaria 470 fg., 519, *cavolini* 475, 482, 522, 526.
Pepton 423 fg., Einwirkung auf die Leukocyten 715, Nährwert für Pflanzen 4 fg.
Perca 28, *fluviatilis* 202.
Perdix cinerea 550.
Peridineen 210 fg.
Peridium cinctum 211.
Periophthalmus Kölreutheri 20.
Personalselektion 142 fg.
Petromyzon fluviatilis 201, *marinus* 201.
Pfahlbauresten 862.
Pferd 552.
Pflanzen, grüne, organische Ernährung der 1, 33.
Pflanzenbiologie u. -Physiologie 241.
Pflanzenzellen, intra-vitale Färbung der Kerne 364.
Phaeodermatium rivulare 598.
Phaeton 574 fg.
Phaetontidae 576 fg.
Phagocytose 706 fg.
Phalocrocoracinae 581.
Phalacrocorax 579.
Phanerogamen, insektivore 39 fg.
Phaseolus multiflorus 6.
Phenol 3 fg.
Phenylessigsäure 8.
Philodinida 324.
Philolaus 217.
Phlox paniculata 604.
Phlyctidium Tabellariae 211.
Phoca 658 fg., *annulata* 658, *baicalensis* 658, *caspica* 658, *vitulina* 658.
Phocinus aphya 56.
Phoenicopteridae 847 fg., 850 fg.
Phoenicopterus 582, 855.
Phormidium incrustatum 597, *Retzii* 598.
Phosphorsäure 12, 425.
Photometrie 243 fg.
Phragmites communis 595.
Phreodrilus 266.
Phronima 318 fg.
Phyciodes amazonica 188, *Langdorfi* 188, *Leucodesma* 188.
Phycochromaceen 595.

Phylogenese der tierischen Farbkleider 378 fg.
Phylogenie 186, der Kopfschilder der Boiden 858, des Menschengeschlechtes 161 fg., der wirbellosen Tiere 411.
Phyllopoden 203.
Phyllorhiza 478.
Physa 427, Entwicklung des Mesoderms 388, *fontinalis* 437, *heterostropha* 389.
Physalia 475, 514.
Physcia tenella 246.
Physiologie, Aufgabe der 129.
Phytoplankton 209, des Bodensees 594.
Phytobenthos des Bodensees 594.
Pieris 600, *Bryoniae* 184, *Napi* 184, 562 fg.
Pigment des Crustaceenauges 318 fg., der Schmetterlinge 571, der Tardigraden 753, der Wirbeltiere 378 fg.
Pigmentwanderung 378.
Pikrinsaures Kali 10.
Pilacraceen 351.
Pilze 417, Ernährung der 2, Fortpflanzungsbedingungen 129, 139, niedere 375, Reinkulturen von 130 fg., des See-Planktons 210, 594.
Pinnularia 286 fg., *major* 291, *nobilis* 291, *viridis* 291.
Pinus Larix 242.
Pirole 69.
Pithecanthropoiden 232.
Pithecolobium Saman 247.
Planaria lugubris 55.
Planarien 726 fg.
Plankton 209, 373 fg., von Kiel 203, der Ost- und Nordsee 365, der Seen 209 fg., 594.
Planktonflora der Seen 209 fg, 594.
Planktonmethodik 364, 511.
Planktonnetz 190 fg.
Planktonpumpe 190.
Planktontechnik 190, 364.
Planorbis 427, *corneus* 437.
Plasmodien 866.
Plasmolyse 621 fg.
Platalea 851 fg., 895.
Plataleidae 851 fg., 895 fg.
Platodes 411.
Plattfische 202 fg.
Platygloeen 352.
Platypus niger 72.
Plectognathen 28.
Plectonema Tomasianum 598.
Plectrophenax 79.
Plectropterus 849.
Pleuren der Meloiden 543.
Pleurocera 663, *costulata* 663, *scalariaeformis* 663.
Pleuronectes cynoglossus 201, *flesus* 201, 818 fg., *microcephalus* 201, *platessa* 201, 818 fg.
Pleuronectiden 785 fg.
Pleurophyllidia lineata 484.
Pleurotaemopsis cucumis 598.
Pleuston des Bodensees 594.
Plotus 581.
Pluviales 856.
Poa annua 250.
Podalirius 145, 173, 187, 213 fg., *Lotteri* 213, *virgatus* 213.
Podargus 895.
Podiceps 74.
Podoae 574 fg.
Podocoryne carnea 476.
Podon 319.
Podopis Slabberi 204.
Pohl'sche Wippe 85.
Policenes 216 fg.
Polistes 269 fg., *gallicus* var. *diadema* 270, *versicolor* 273.
Polyacanthus viridiauratus 274 fg.
Polyanthes tuberosa 256 fg.
Polybia 273, *scutellaris* 273.
Polychaeten 260.
Polygala vulgaris 603.
Polygonum amphibium 597.
Polymitus sanguinis avium 867.
Polyommatus alciphron 562, *amphidamus* 562, *eleus* 567, *phlaeas* 182, 560 fg.
Polymorphismus 135.
Polyphemiden 319.
Polyphemus 319.
Polytoma uvella 305, 872.
Polytomeen 305.
Pontinische Sümpfe, Protozoen der 867.
Pontodrilus 266, *Michaelseni* 266.
Populus alba 247.
Porpita 514 fg.

Portunus depurator 820 fg., *holsatus* 203.
Potamobius fluviatilis 346.
Potamogeton 38, 597, *crispus* 39, *pectinatus* 39.
Potentialdifferenzen im lebenden Muskel 90.
Prachtbinde der Falter 190, 213 fg.
Prachtkleid der Vögel 72 fg.
Praecoces 583.
Praeexistenz 90.
Praeponderanz, weibliche 185.
Praga 479.
Preisausschreiben des internationalen zoolog. Kongresses 32.
Primula veris 602.
Pristirius 693 fg., 734.
Procellariidae 575 fg.
Prochordonier 412.
Promammalhaare, stehen bleiben der 161 fg., 173.
Promammalia, Haare der 170.
Propionsäure 7.
Propylalkohol 7.
Propylamin 3.
Prosobranchier 436.
Prosopis communis 599.
Prosopygia 412.
Prostheceraceus 731, 742 fg.
Prosothenia 663.
Protesilaus 214, *Telesilaus* 190, 213 fg.
Protisten 708, des Süßwassers 801.
Protobasidiomyceten 351.
Protobionten 212.
Protococcus bothyroides 134 fg.
Protohydraeen 352.
Protohydnum 352.
Protomerulius 352.
Protoplasma, der Diatomeen 286, Ernährung des P. grüner Pflanzen 4 fg., intravitale Färbung des 321, 353, Verhalten gegen eindringende gelöste Stoffe 622.
Protopolyporeen 352.
Protosiphon 134 fg.
Protozoen 324 fg., 353 fg., 469, der pontinischen Sümpfe 865.
Pseudohypertrichose 172.
Pseudomimicry 182, 188.
Pseudopolybia 273.
Pseudorhiza 478.
Pseudospirillae 867.
Psittaci 583.
Prophia 847.
Psophidae 847 fg.
Psora lucida 246.
Psychometrische Studien 440.
Pterydophytes 690, 738.
Pteris 699, 731.
Pteropoden 388.
Pulmonaria officinalis 603.
Pulmonaten, Ortsbewegung der 426.
Puppen der Schmetterlinge 222.
Purkinje'sche Zellen 530 fg., 605 fg., 645 fg., 665 fg.
Pygmaeen 553 fg.
Pygopodes 579.
Pyramidenpappel 247.
Pyrenoide der Diatomeen 286.
Pyridin 9, 46.
Python molurus 860, *regius* 860, *reticulatus* 860, *spilotes* 860.

R.

Racophorus leucomystax 381.
Raffinose 10.
Raja batis 201, *clavata* 201, *fullonica* 201, *radiata* 201.
Rallidae 586, 847 fg.
Rallinae 894.
Ram-a-Samy 175.
Ramphosus 28.
Rana 378 fg., 550, *bravana* 377, *esculenta* 413, *fusca* 413.
Rangifer tarandus 547 fg.
Raniceps ranians 201.
Rappia 377 fg.
Rasores 847.
Ratitae 583 fg., 850.
Raupe der Schmetterlinge, Farbe der 561.
Reaumurea hirtella 245.
Reben, früherblühende 650.
Rebhuhn 550.
Recurvirostra 852 fg.
Regenerationskraft der Amphibienlarven 413.
Regenpfeifer 67.

Regenwurm, Verwachsung getrennter Teile beim 415.
Reh 549 fg.
Reifung tierischer Geschlechtsprodukte 689 fg., 721 fg.
Reinkulturen von Algen und Pilzen 130 fg., von Nematoden 153 fg.
Reliktensee 657 fg.
Rentier 547 fg.
Reptilien 547 fg., Deutsch-Ostafrikas 376, Melanismus bei R. 379 fg.
Rhabditis 324, 362, *dolichura* 152 fg., 339 fg., *nigrovenosa* 152 fg., *pellio* 152 fg., 340 fg., *teres* 152 fg.
Rhageris oxychynchus 377.
Rhea 850.
Rhein, Vegetation des 36 fg., gelöste Stoffe des Wassers des Rh. 424.
Rheotropismus 884.
Rhesus 216 fg.
Rhinoceros 859, *tichorhynus* 547.
Rhinoderma 859.
Rhinochetidae 896.
Rhizophidium pollinis 595, 599.
Rhizopoda 324, 727, 807, 866, 878 fg.
Rhizostomen 473.
Rhombus maximus 101, 818, *laevis* 201, 819.
Rhopalodia gibba 299.
Rynchaeae 579.
Rhytina Stelleri 173.
Ricinus 242.
Riechstoffe, Intensität unter verschiedenen Bedingungen 250.
Riefenkammer, Flögelsche 304.
Rind, Abstammung des 794 fg.
Rissoa angulata 661 fg., *inflata* 662.
Rivularia haematites 598, *rufescens* 598.
Robben, Tasthaare der 282.
Robinia Pseudacacia 244.
Rohrzucker 10 fg., 35.
Rose 254.
Rosenessenz 253.
Rotatoria 324, 412.
Rötelmaus 547.
Rotfussfalke 550.
Rubiaceae 246.
Rückengefäss der Enchytraeiden 260.
Rückschlag 186, 230 fg., 378, 565.
Rynchonella 558.

S.

Saccoblastia 351.
Sacrorhamphus papa 70.
Saisondimorphismus 592, der Schmetterlinge 559.
Saisonpolymorphismus 211.
Saisonrassenbildung 211.
Salamandra 721, 751, *maculosa* 379, 735, *atra* 381, 698.
Salamandra atra, Kernteilung in den Epithelzellen 698.
Salicylsäure 3.
Salmiak 423.
Salmo salar 201, *trutta* 201, *migratorius* 659.
Salmoniden 885.
Salpa democratica 525.
Sambucus nigra 247.
Samenreife bei Metazoen 691 fg., 721 fg.
Sandmuschel 204.
Saprolegnia 599, *bodanica* 599, *mixta* 599.
Saprophyten 48 f.
Sarracenia 40.
Säugetiere, Entwicklungsgeschichte 384, 687, elastisches Gewebe der Fruchthüllen 397, Farbenwechsel des Fells 66 fg., Haare des Embryo 170, Milchhaare 170, beim Schweizerbild gefundene 547 fg., 283, Zähne der 164 fg., 233, Zeichnung 182.
Säuren, organische, Ernährung der Pflanzen durch 3 fg., schädliche Einwirkung freier auf das Protoplasma 12.
Scenedesmus quadricauda 595.
Schädel, menschliche, von Schweizerbild 553 fg.
Schaf 549.
Schafklauenmuschel 147 fg.
Schellfisch 201 fg.
Schiffshalter 21.
Schilbe 28.
Schimmelpilze 12.
Schizomyceten 807.
Schizophyta 333.
Schizopodenauge 315 fg.
Schisothrix fasciculata 597.
Schlammspringer 20.
Schlangen 551, 859.

Schleie 28.
Schleiereule 550.
Schleimkanäle der Fische 281.
Schlitteninduktorium 88.
Schmarotzer auf Fischen 206.
Schmetterling 143, 179, 213, Saisondimorphismus der Sch. 559.
Schnecken, Zeichnung der 182, Lokomotion der 420 fg.
Schneefinke 72.
Schneemaus 547.
Scholle, Nährtiere der 203.
Schreckfärbung 567.
Schuppendeterminanten der Schmetterlinge 567.
Schuppfisch 280.
Schutzfärbung 567.
Schwalbenschwanz 183 fg., 217 fg.
Schwamm 204.
Schwankung, negative 91.
Schwebeflora, des Bodensees 594, der Seen 209.
Schwefelbakterien 410.
Schwefelsäure 8.
Schwein, Hauer des 233.
Schweizersbild 545.
Schwerkraft, Einfluss auf die Verteilung der Crustaceen 372 fg.
Schwimmblase 28, 280.
Schwimmflora des Bodensees 595.
Schwimmpflanzen 99, 209.
Schwimmvögel 573.
Sciaena aquila 202.
Scincoiden 379.
Scirpus lacuster 596.
Sciurus 551, *vulgaris* 549 fg.
Scolopacidae 855 fg.
Scolopax 577.
Scomber scomber 201.
Scopidae 851 fg.
Scopinae 865.
Scopus 895.
Scrophularia Neesii 106.
Scyllien 275.
Scyllium canicula 201; Ei-Ablage von 885, *catulus* 886 fg., *stellare* 886 fg.
See, Schwebeflora der S. 209, 594.
Seeblüte 595.
Seebullen 20.
Seefischerei auf der Berliner Gewerbeausstellung 199, 381.
Seeflora 209, des Bodensees 594.
Seehund 658 fg.
Seeigel 592.
Seekuh 173.
Seeschwalben 72.
Seescorpion 20.
Seestern 204 fg.
Seezunge, Nährtiere der 203.
Segelfalter 183 fg., 213 fg.
Segregation, kumulative 128.
Seidengaze, Anwendung zur Planktonforschung 364, 510.
Seitenorgane der Fische 273.
Selachier 275, 280, 379, 885 fg.
Selbstdifferenzierung 415.
Selbstdifferenzierungsvermögen, abgetrennter Teile von Amphibienlarven 413.
Selbstordnung der Zellen 414.
Selbsttrennung der Zellen 414.
Selektion 142 fg., 180 fg., 311 fg., 385, 573.
Selektionstheorie, philosophische 124.
Semigallinae 852.
Sempersche Zellen 317.
Septemitus lacteus 37.
Septentariidae 852.
Scptocarpus corynephorus 599.
Sergestiden 318 fg.
Serum 706 fg., Farbe des 755.
Shwe-Maong 165.
Siagonophorus euglenoides 259, *loricatus* 259.
Sida crystallina 726.
Siebenschläfer 551.
Silurus asotus 28, *glanis* 28.
Simotes subcarinatus 380, *signatus* 380.
Simplicirostres 579 fg.
Sinnesorgane der Fische 273 fg.
Sinneszellen der Cnidaria 468.
Siphonophoren 470, 517 fg.
Sirobasidiaceen 352.
Sirobasidium 352.
Skatol 9.
Solea vulgaris 201.
Sorex pygmaeus 547, *vulgaris* 547 fg.
Spaltalgen 40, des Zürichsees 210.
Sparganium 243.

Spengelsches Organ bei Anodonta 814.
Speiseröhre der Gymnodonten 28.
Sperlingsreiher 77.
Sperlingsvögel 69 fg.
Spermatogenese 691 fg., 721 fg.
Spermatozoen der Nematoden 153.
Spermophilus refuscens 549.
Sphaeroplea 14.
Sphingiden 566.
Spinachia vulgaris 201.
Spindelbildung in den Zellen der Cephalopodenscheibe 755.
Spirifer Wacette 558.
Spirillen 869.
Spririllum 806, *serpens* 840.
Spirochona gemmipara 336 fg.
Spirocysten 469, 518.
Spirogyra 5 fg., 40, 417 fg., *adnata* 595, *arcta* 135, *catenaeformis* 135, *communis* 16, 135, *inflata* 135, *longata* 135, *nitida* 18 fg., *rivularis* 598, *varians* 135, *Weberi* 135.
Spirotricha 324.
Spitzmaus 547 fg.
Splanchneae 48 fg.
Splanchnaceen, Austreuen der Sporen bei 48.
Splanchnum 48 fg., *ampullaceum* 50, *luteum* 50, *rubrum* 50 fg., *sphaericum* 49 fg., *vasculosum* 50.
Spongia baicalensis 659.
Spongiae 411, 659.
Sporangienträger bei *Mucor racemosus* 140.
Sporen des Splanchnaceen 48.
Sporenbildung bei Kryptogamen 691 fg., 721 fg., 728.
Sporozoen 866.
Sporozoenkunde, Leitfaden der 688.
Stacheln der Fische 21 fg.
Staphyliniden 472.
Stauroneis Phoenicenteron 302.
Steganopodes 574 fg., 848 fg., 893 fg.
Steinadler 550.
Steinbock 549.
Stengel der Wasserpflanzen 100 fg.
Stenorhynchus phalangium 204.
Stentor coeruleus 324 fg., 332 fg., *viridis* 324 fg.
Stentorina 324.
Stephalia corona 477.
Stephanodiscus Astraea 595.
Stephanophyes superba 471 fg., 518, 526.
Steppenfauna 548.
Steppenhamster 547.
Stercutus 261, 265 fg.
Sterna 574.
Sterninae 68, 575.
Sternothaereus sinuatus 377, *nigricans* 377.
Stichling 22 fg., 275, Brustpflege des 22.
Stickstoffquellen für niedere Pilze 4 fg.
Stickstoffverbindungen organische, Verwertung durch Pflanzen 4 fg., 33 fg.
Stigeoclonium 37, *longipillus* 138, *tenue* 138.
Stör 202 fg., Nährtiere des 203.
Strandläufer 69.
Strix flammea 550.
Strongylaria 412.
Struthio 850.
Stützorgane 573, 846.
Stylocheiron 316 fg., *mastigophorum* 316 fg.
Stylomatophoren 432.
Stylonychia mytilus 325, 876.
Stylonychien 874.
Stypella 352.
Stypelleen 352.
Stypinella 351.
Sula 579 fg.
Sulfonharnstoff 9.
Sulinae 581.
Sümpfe, pontinische, Protozoen der 865.
Sumpfpflanzen 209.
Sumpfrohreule 550.
Suriraya linearis var. constricta 598.
Surirella 286, 301, 304, *calcarata* 287, *robusta* 304.
Surnia 547, *nisoria* 547.
Sus scrofa ferus 549 fg.
Süsswasserfische, Parasiten der 55 fg.
Süsswasserorganismen, Biologie der 211.
Süsswasserprotisten 801.
Synapsis 595.
Syndesmia prismatica 203.
Synedra 40, *delicatissima* 211, 595, *familiariaris* 598, *oxyrhynchus* 37, *ulna var. splendens* 595, *Vaucheriae var. perminuta* 598.

Syngnathus acus 204.
Synodontis 28.
Synoeca 278.
Syrnium uralense 550.
Systematik 376.

T.

Tabellaria fenestrata 595, *var. asterionelloides* 211, *flocculosa* 595 fg.
Taeniophyllum Zollingeri 239, 246.
Tafusa 278.
Talpa europaea 547 fg.
Tantalidae 855 fg.
Tantalus 851 fg., 895.
Taraxacum officinale 249.
Tardigraden, Pigment der 758.
Taschenkrebse 204.
Tasthaare 232, embryonale der Wale 173.
Taube 222.
Tayloria 54, *tenuis* 54.
Teilung der lebenden Materie 337, der Nematodeneier 152, 339.
Temperatur, Einfluss auf die Verteilung der Crustaceen in den Seen 372 fg., Einfluss auf die Gestaltung der Schmetterlinge 184, Einfluss der auf die Puppe wirkenden T. auf die Färbung der Schmetterlinge 561 fg., auf das Pflanzenleben der Seen 594.
Terebellides Strömii 260.
Terebratula lagenalis 558.
Terpentinessenz 250.
Tetramethylglykol, Verhalten der Bakterien gegen 46.
Tetrao urogallus 547, *tetrix* 549.
Tetraplatia volitans 474 fg., 520 fg.
Tetraplodon 48 fg., *angustatus* 48, *mnioides* 48. *Wormskjoldii* 48 fg.
Tetrarhynchus 525.
Tetrastemma vermiculus 118.
Thalassophryne 22.
Thalyidie 239.
Threskiornis 853.
Thurmfalke 547.
Thynnus vulgaris 202.
Thysanoëssa 316.
Thysanozoon 726 fg.
Tierreich, das 206.
Tierzeichnung 179 fg.
Tintinnen 510.
Ton des tetanisch kontrahierten Muskels 92.
Torfgrind 552.
Torpedo 94, 631, Ganglienzellen des Lobus electricus 512.
Tracheaten 412.
Trachinus draco 201.
Trachybalcaica 662.
Tradition 387.
Transpirationsstrom bei Wasserpflanzen 100 fg.
Transplantation 415.
Trapa natans, subfossiles Vorkommen der in Böhmen 860.
Tremella 352.
Tremelaceen 352.
Tremellodon 352.
Tremoctopus microstoma 484.
Triacanthus 28.
Trichina spiralis 324, 361.
Trichocysten 469.
Trichodina 55 fg., *mitra* 55 fg., 62, *pediculus* 55 fg., 520, *Steinii* 55 fg.
Trichopteren 187.
Trichostasis primitiva s. prōmammalica 173.
Trichostamata 324 fg.
Trifolium 608.
Trigla 20, *gunnardus* 201, *hirundo* 201.
Trilobiten 413.
Trimethylamin 2 fg., 47.
Trimethylcarbinol 7.
Triodon 28.
Triton 592, *cristatus* 879 fg.
Trochosphaera 412.
Tropaeolum 600.
Tropengewächse 240.
Tropenklima, Einfluss auf das Wachstum der Pflanzen 240.
Tropidonotus 550, 860, *natrix* 379.
Trygon pastinaca 201.
Tubinares 574 fg., 857, 893.
Tubularia 473, *larynx* 479.
Tundrenfauna 548.
Tunicaten 371, 411, 592.
Turdus pilaris 550.
Turnus 183, 218 fg., *Glaucus* 185.

Typha 243.
Tyrosin 9.

U.

Ulmus campestris 247.
Ulothrix 37 fg., *sonata* 136, 595.
Umbildung, kaleidoskopische 185.
Umbrella mediterranea 393 fg.
Umbrellaria aloysii 470, 478.
Ungulaten 145.
Unio 148, 388 fg., *pictorum* 813.
Unioniden 148, 814.
Unpaarzeher 549 fg.
Uraleule 550.
Uredinaceen 351.
Urinatores 579 fg.
Urethan 8.
Urodelen 379.
Ursäuger, Haare der 170.
Ursler, Barbara 165.
Urotricha 260.
Urmesodermzelle 388.
Urrind 794.
Ursus arctos 547 fg.
Urstier 552, 794.
Ursache 772 fg.

V.

Valvata Rothleinei 660, *baicalensis* 660.
Vanellus 550, *gregarius* 75.
Vanessa 222, 564 fg., 600, *levana* 184, 569, *prosa* 184, 569, *urticae* 223, 566, *v. ichnusa* 566, *v. polaris* 566.
Varanus ocellatus 377.
Variation 126 fg., 142, 180, 229, 311 fg., 387, 785 fg., 815 fg., bei Fischen 203, 785, koinzidierende 387, der Mauereidechse 180, prophetische 229.
Variationsrichtungen 143.
Vaucheria 10 fg., 35 fg., 130 fg., 419, *clavata* 131 fg., *geminata* 132 fg., *hamata* 598, *racemosa* 132 fg., *repens* 131 fg., *sessilis* 131 fg., 598, *uncinata* 132 fg.
Vegetation der Flüsse 36.
Velella 470 fg., 513 fg., 527.
Velleius 272.
Venus gallina 663.
Verein, deutscher für öffentliche Gesundheitspflege 416, medezinischer zu Greifswald 512.
Vererbung 108, 142, 179 fg., 313, 385 fg., 780, soziale 387, cyklische 565.
Vererbungstraktur des Keimplasmas 780.
Vermalia 411 fg.
Vermes 204, 324, 412.
Vermitarva 412.
Veronica spicata 600.
Verrucaria calciseda 246.
Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte 654.
Vertebrata 411.
Vervollkommnung durch Auslese 124 fg.,
Vespa 267 fg., 600, *crabro* 271, *germanica* 267 fg., *media* 271 fg., *silvestris* 271 fg., *vulgaris* 267 fg.
Vesperugo discolor 547.
Vibrationsatome 588.
Vibrionen 869.
Vielfrass 547 fg.
Viola tricolor 602 fg.
Vipera 860, *berus* 379, *Ursinii* 379.
Viragines 161 fg., 226.
Viscum album 240.
Vitalismus 98, 771.
Vögel 182, 228, 547 fg., 573, 846, Luftsäcke der 382, Morphologie und Systematik der 573, 846, 893.
Vogelfeder, Farbenwechsel der ohne Mauser 65.
Vogelweibchen, hahnenfedrige 229 fg., 239.
Volucella 272.
Volvocineen 138.
Volvox 211.
Vorticella ascoideum 878, *convallariae* 877, *mikrostomae* 877.
Vorticellen, stiellose 872 fg.
Vulpes lagopus 547 fg., *vulgaris* 249.
Vultures 848.
Vulturidae 893.

W.

Wachholderdrossel 550.
Wachsen, organisches 180.
Wagnerscher Hammer 85.
Waldmensch 168.

Wale, Tasthaare der 173, 232.
Walross, Eckzähne des 233.
Wasser, Einfluss der chemischen Beschaffenheit des Seewassers auf die Verteilung der Crustaceen 373 fg.
Wasserbakterien, Anteil an der Selbstreinigung der Flüsse 37.
Wasserlinse 34 fg.
Wasserminze 101.
Wasserpflanzen 99 fg., 209 fg., organische Ernährung der 33 fg., Nahrungsaufnahme der 420.
Wasserratte 547 fg.
Wasserschweif 39.
Wassertiere 273.
Weibchenähnlichkeit 239.
Weiberbart 161 fg., 226.
Weinsäure 3 fg.
Weisheitszahn 229.
Wels 28, brasilianischer 20.
Wespe 267,
Wiedemannsche Bussole 85.
Wiesel 547.
Wildesel 549.
Wildkatze 551.
Wildpferd 547 fg.
Wildschwein 549 fg.
Wimperinfusorien 338.
Wirbelatome 587.
Wirbelmoleküle 588.
Wirbellose Tiere, Phylogenie der 411.
Wirbeltiere, polyphyodonte 233. Farbkleider der 378 fg.
Wisent 796.
Wolf 547 fg.
Wollhaare des Fötus 161 fg., 229 fg.
Wühlmaus 547 fg.
Wundheilungsvermögen der Amphibienlarven 418.
Würmer 204. 324, 412.
Wurzel der Wasserpflanzen 100 fg.
Wüstenpflanzen 245.

X.

Xanthoria parietina 246.
Xanticles 216.
Xenopus boettgeri 377.
Xenodon Neuwiedii 379.
Xiphias gladius 202.
Xippoglossus vulgaris 201.
Xuthulus 220.
Xuthus 220.

Y.

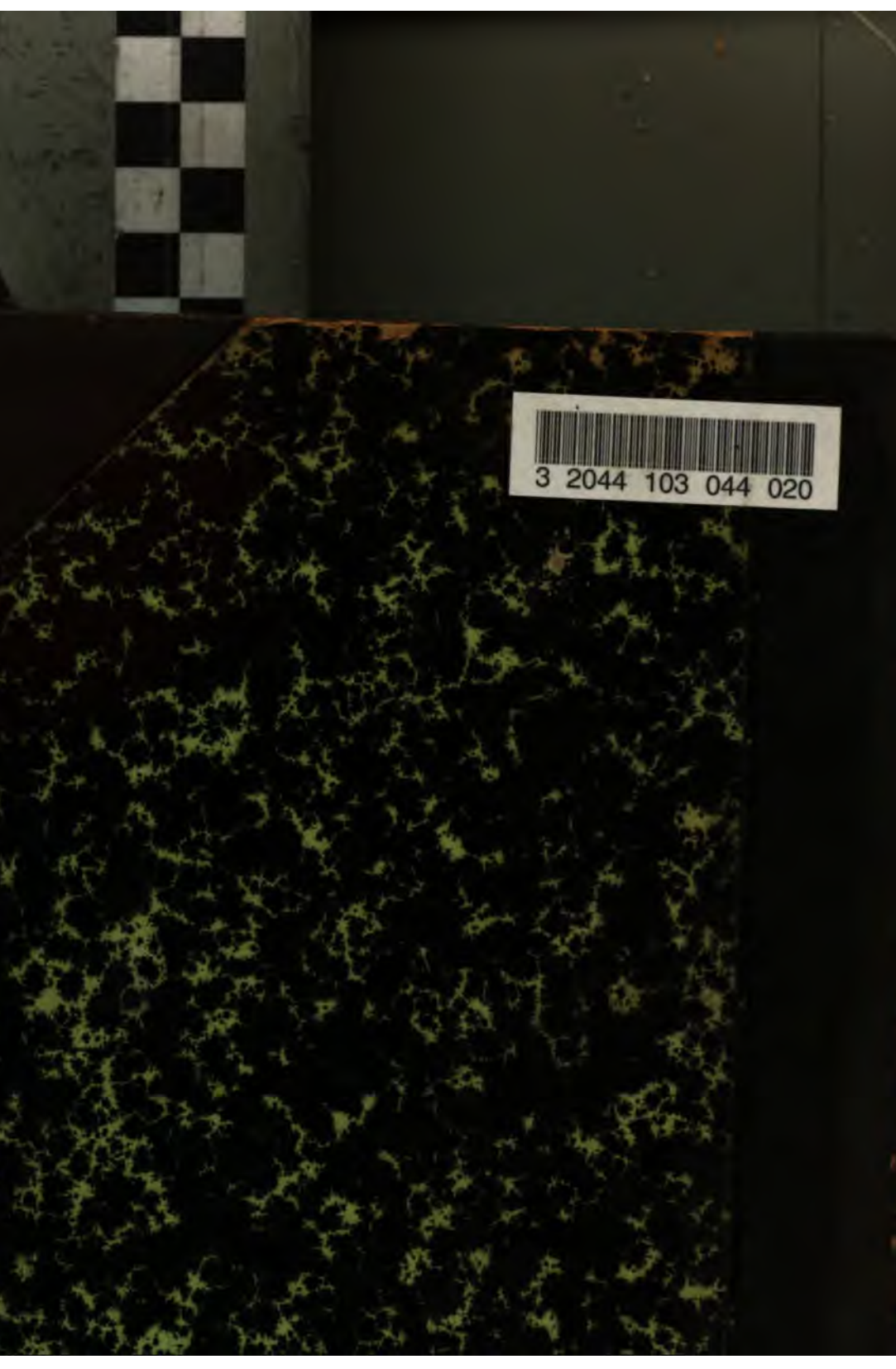
Yphthima 504.

Z.

Zähne der Hundemenschen 164 fg., des Menschen und der Säugetiere 164 fg., 233, der Wale 173.
Zamenis 860, *arenarius* 860, *constrictor* 379, *diadema* 860, *germonensis* 379, *microlepsis* 860.
Zander 23.
Zeichnung der Reptilien 377, bei Schmetterlingen 188 fg., 213 fg., 179 fg., 559 fg., der Taube 222, der Tiere 179 fg.
Zelle 205, 772 fg., 834 fg., Chemie der lebenden 30, Ernährung der 2 fg., 419, Osmotische Eigenschaften der 620 fg., Selbstbewegung der 773, Selbstordnung der 414, Selbsttrennung 414, tierische 383, Wachstum der 241 fg.
Zellfunktionen, elementare 773 fg.
Zellgranulationen, intravitale Färbung der 322, 353.
Zellkern 322, 353, 690 fg., 721 fg., 834 fg
Zellmembran, Festigkeit der 622.
Zellplatte, pflanzliche 386, Carnoysche 343.
Zellschmarotzer 866 fg.
Zellteilung 336 fg., 413 fg., 690 fg., 721 fg., 745, 836 fg., bei pflanzlichen und tierischen Geschlechtsprodukten 690 fg., 721 fg.
Zellthätigkeit, aktive 623 fg.
Zeus Faber 202.
Ziege 552.
Zierfische, chinesische 273.
Ziesel 549.
Zitronensäure 3 fg.
Zoarces viviparus 201.
Zolicaon 219.
Zonurus frenatus 377, *tropidosternum* 377.

*

Zoologie, Aufgaben der 411, Lehrbücher der 831.
Zoosporenbildung, bei Algen 131 fg.,
Zucker 1 fg., 35.
Züchtungskoeffizient 125.
Zuchtwahl 142 fg., 311 fg., 385, 573, 653, natürliche 179, 186, geschlechtliche 227 fg.
Zürichsee, Schwebeflora des 209 fg.
Zweckmässigkeit 126 fg., 181, in der lebenden Natur 145 fg.
Zwergrassen, menschliche 557.
Zwergpfeilhase 547 fg.
Zwergpfeilmaus 551.
Zwergspitzmaus 547.
Zwiebelmaus 547.
Zwischenkörper 336.
Zwischensubstanzen 386.
Zygnema 6 fg., 40, 420 fg., *stellinum var. subtile* 598,
Zygnemaceen, Ernährung durch Rohrzucker 35.


3 2044 103 044 020